

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

**Гайдукова Наталія Валентинівна**

УДК 669:330

**МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧНЕ УПРАВЛІННЯ  
ПОРТФЕЛЕМ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ  
МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

05.13.22 – Управління проектами та програмами

Дисертація  
на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Науковий керівник:  
**Бушуєв Сергій Дмитрович,**  
д-р техн. наук, професор,  
заслужений діяч науки і техніки  
України

Київ – 2015

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
<b>РОЗДІЛ 1</b>	
<b>АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЧНОГО ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТІВ.</b>	<b>9</b>
1.1. Аналіз нормативних документів, що регламентують управління портфелем проектів.....	9
1.2. Аналіз підходів та методів методологічного формування портфеля проектів .....	16
1.3. Аналіз сучасних принципів і підходів формування портфеля інвестиційних проектів на металургійних підприємствах.....	37
Висновки до розділу 1 .....	46
<b>РОЗДІЛ 2</b>	
<b>МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ПРОЕКТІВ .....</b>	<b>49</b>
2.1. Модель і метод формування портфелю проектів на основі показників корисності і ризиків .....	49
2.2. Модель і методи формування ефективного портфелю інвестиційних проектів на основі використання теорії нечітких множин і теорії можливостей. ....	60
Висновки до розділу 2 .....	71
<b>РОЗДІЛ 3</b>	
<b>МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ.....</b>	<b>73</b>
3.1 Формалізація моделі гармонізації для портфеля інвестиційних проектів.....	73
3.2 Розробка моделі оцінки ефективності портфеля інвестиційних проектів на основі теорії гармонізації .....	78
3.3 Принципи відбору і пріоритетності проектів у портфель .....	83
3.4 Оцінка ефективності портфеля інвестиційних проектів із використанням коефіцієнтів Шарпа і Тейлора. ....	88
Висновки до розділу 3 .....	92
<b>РОЗДІЛ 4</b>	
<b>АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....</b>	<b>94</b>
4.1 Дослідження розробленої моделі з використанням комп'ютерного моделювання. ....	94

4.2 Модель організаційної структури проектно-орієнтованого центру інноваційного розвитку підприємства .....	119
Висновки до розділу 4 .....	127
ВИСНОВКИ.....	128
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	131
ДОДАТОК А Акт впровадження ПАТ «Запоріжжкокс».....	138
ДОДАТОК Б . Акт впровадження ПАТ «Запоріжсталь».....	139
ДОДАТОК В. Акт впровадження ТОВ «Метінвест-Промсервіс».....	140

## ВСТУП

Розвиток підприємств металургійної галузі є важливим елементом формування конкурентоспроможності України на європейському і світовому ринках. Сучасний стан підприємств характеризується використанням застарілого обладнання і технологічних рішень, що не забезпечують достатньої ефективності. Металургійні підприємства для забезпечення відповідності їх рівня європейським і світовим стандартам вимагають докорінного переоснащення, впровадження технологічних і управлінських інновацій. Виключно інноваційних шлях розвитку спроможний відновити і підтримувати високий рівень конкурентоспроможності українських металургійних підприємств.

Технічне переобладнання і технологічне переоснащення великих підприємств необхідно реалізовувати через проекти, і у цій діяльності чільне місце має відводитися застосуванню методології управління проектами і програмами як провідній апробованій і сучасній науковій основі забезпечення сталого розвитку.

В той же час, стан металургійних підприємств вимагає реалізації не одного, а багатьох проектів, що б реалізовувалися одночасно. Звідси, в умовах обмежених ресурсів підприємств, виникає проблема визначення доцільних проектів для впровадження, постає наукова задача ранжирування проектів. До того ж, для збільшення ефективності реалізації проектів і отримання синергетичного ефекту від їх спільної результативності, доцільним є поєднання проектів у групи. З відомих об'єднань проектів – програм, мультипроектів і портфелів, саме останні більшою мірою характеризують комплекс проектів металургійних підприємств, оскільки, не зважаючи на спільність використовуваних ресурсів, проекти мають різні спрямування цілей і можуть бути не пов'язані один з одним.

Портфельне управління розвитком металургійних підприємств вимагає вдосконалення, оскільки практика свідчить про використання підприємствами окремих, розроблених самостійно методологій на основі, як

правило, фрагментарного застосування частин відомих підходів і пристосування їх до специфіки підприємств. Це обумовлює актуальність цієї дисертаційної роботи, що спрямована на розробку уніфікованих моделей і методів формування портфелів інвестиційних проектів для підприємств металургійної галузі.

В дисертаційній роботі використані і розвинуті розробки, висвітлені у працях вітчизняних вчених – Белошицького А.О., Білоконя А.І., Бланка І.А., Бушуєва С.Д., Бушуєвої Н.С., Поколенка В.О., Пересади А.А., Радіонова С.П., Рача В.А., Теслі Ю.М., Цюцюри С.В., Черваньова Д.М. та ін., а також зарубіжних вчених – Арчибальда Р., Геске Р., Заде Л., Мазура І.І., Месаровича М., Сааті Т., Трейнора Д., Хелдмана К., Шарпа Б. та ін.

**Зв'язок роботи з науковими програмами і планами.** Дисертаційна робота виконана на кафедрі управління проектами Київського національного університету будівництва і архітектури в межах держбюджетної науково-дослідної програми за темою «Розробка методів, моделей і стратегій розвитку інноваційної діяльності на підприємствах ядерної галузі України» (№ д.р. 0114U004678), 2014-2015рр. Автор є співвиконавцем та проводив адаптацію розроблених у дисертації методів та моделей для застосування їх в управлінні портфелями проектів промислових підприємств України.

**Мета** дисертаційного дослідження: на підставі методологічних аспектів системного аналізу, розробити метод управління інвестиційним портфелем проектів з урахуванням набору параметрів, які характеризують проект, з метою отримання цілісного та ефективно привабливого портфеля проектів.

**Завдання дисертаційного дослідження:**

- проаналізувати методологію управління проектами, основні методи та підходи до формування портфелів проектів;

- дослідити сучасні принципи і підходи формування портфеля інвестиційних проектів на металургійних підприємствах;

- підготувати математичну модель формування портфелю проектів на основі показників корисності і ризику;

- підготувати модель і метод формування ефективного портфелю інвестиційних проектів на основі використання теорії нечітких множин і теорії можливостей;

- формалізувати модель гармонізації для портфеля інвестиційних проектів і модель оцінки ефективності портфеля інвестиційних проектів на основі теорії гармонізації, принципів відбору і пріоретизації проектів у портфелі;

- формалізувати модель оцінки ефективності портфеля інвестиційних проектів із використанням коефіцієнтів Шарпа і Трейнора;

- дослідити розроблені моделі з використанням комп'ютерного моделювання;

- створити функціональну та структурну модель організаційної структури для забезпечення впровадження портфелів інвестиційних проектів підприємства металургійної галузі.

**Об'єкт дослідження:** процеси мультипараметричного управління портфелем проектів розвитку металургійних підприємств.

**Предмет дослідження:** моделі та методи вибору проектів для включення у портфель, ранжирування та управління портфелем проектів розвитку металургійних підприємств.

**Наукова гіпотеза дослідження** базується на припущенні, що металургійні підприємства, які визначили та реалізують інноваційний шлях розвитку, формують та управляють портфелями проектів з урахуванням збільшення доданої вартості (корисності) продуктів інноваційних портфелю.

**Методи досліджень.** Досягнення мети досліджень здійснюється загальнонауковими методами теорії пізнання: аналізу літературних джерел, системного аналізу і синтезу із залученням міждисциплінарного підходу, методами проектного управління, методами теорії моделювання, методами теорії нечітких множин, теорії систем, теорії гармонізації, теорії можливостей, методами оптимізації. Вирішення завдань дисертації спирається на теоретичні і практичні розробки вітчизняних і зарубіжних

вчених, а також на зіставлення і узагальнення даних національного та світового досвіду управління проектами.

**Наукова новизна** дисертаційного дослідження полягає у тому, що вперше розроблена та застосована модель мультипараметричного управління портфелем проектів металургійної галузі в умовах динамічного оточення.

***Вперше:***

– формалізовано мультипараметричну модель гармонізації портфелю проектів в контексті максимізації корисності з метою забезпечення якості функціонування металургійного підприємства;

– побудована модель управління стохастичними параметрами проектів, з метою оптимального перерозподілу пріоритетів між проектами портфеля на основі поетапного методу контролю та гармонізації PERT-COST аналізу;

***Удосконалено:***

– модель оцінки ризиків портфелю, яка відрізняється від існуючих, використанням ймовірнісних характеристик і нечітких множин параметрів інвестиційних проектів та надає можливість знизити втрати від ризикових подій;

– комбінований метод формування ефективного портфеля проектів, заснований на оцінці корисності проектів за допомогою гармонізації їх складу та пріоритетів з використанням теорії нечітких множин.

***Отримали подальший розвиток:***

– модель нечітких обмежень інвестиційних проектів портфелю (за часом і вартістю), які забезпечують формування портфеля проектів металургійного підприємства на основі використання теорії нечітких множин і теорії можливостей;

– метод оцінювання ефективності портфеля інвестиційних проектів, що ґрунтується на гармонізації з допомогою коефіцієнта Шарпа – відношення надлишкової прибутковості портфеля, у порівнянні з безризиковою процентною ставкою, до загального ризику портфеля.

**Особистий внесок здобувача.** Наукові положення, розробки та висновки дисертаційної роботи є результатом самостійного дослідження.

**Практичне значення результатів дисертаційного дослідження** полягає у тому, що на основі узагальнення отриманих автором наукових результатів формується науково-практичний базис підвищення ефективності процесів формування ефективного портфелю інвестиційних проектів металургійної галузі через використання розробленого в дисертаційній роботі наукового інструментарію.

Наукові результати і висновки, отримані автором, прийняті до апробації у таких організаціях: ПАТ «Запоріжжкокс» (акт впровадження від 13 травня 2015 р. № 00947); ПАТ «Запоріжсталь» (акт впровадження від 15 червня 2015 р. № 7); ТОВ «Метінвест-Промсервіс» (акт впровадження від 2 лютого 2015 р., №11).

Результати роботи були представлені і отримали схвалення на наступних наукових конференціях: V міжнародній науково-практичній конференції «Управління проектами: стан та перспективи», м. Миколаїв, 16-19 вересня 2009 р.; Всеукраїнській науково-технічній конференції, «Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2012», м. Харків, 2012 р.; VIII міжнародній науково-практичній конференції «Управління проектами: стан та перспективи», м. Миколаїв, 18-21 вересня 2012 р.; IX міжнародній науково-практичній конференції «Управління проектами: стан та перспективи», м. Миколаїв, 17-20 вересня 2013 р.; XI міжнародній конференції «Управління проектами у розвитку суспільства». Тема: «Розвиток компетентності організації в управлінні проектами, програмами та портфелями проектів», 23-24 травня 2014 р., м. Київ.

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 12 друкованих робіт (в тому числі 9 – одноосібно), статей в спеціалізованих фахових виданнях – 7, з них статей у міжнародних виданнях – 4, 5 робіт – в матеріалах конференцій.



# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЧНОГО ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТІВ

### **1.1. Аналіз нормативних документів, що регламентують управління портфелем проектів**

Розвиваючись протягом декількох десятиліть, управління проектами почало представляти собою науку, що об'єднує методи, засоби і кращі практики декількох різних областей знань. З метою зведення до єдиної управлінської культури, мови і уніфікованих вимог до проектного менеджменту, професійними асоціаціями більшості країн підтримується і розвивається єдиний підхід до термінології, практики та стандартизації проектної діяльності. Будучи самостійною областю професійної діяльності, управління проектами має власні регламентуючі документи, зводи знань і стандарти.

Нормативний документ [25] – документ, який установлює правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їх результатів. Цей термін охоплює такі поняття як «стандарт», «кодекс ustalеної практики» та «технічні умови».

Стандартизація [78] (від англ. «норма», «зразок») – еталон, модель, зразок, які прийняті за вихідні, для зіставлення з ними інших подібних об'єктів. Стандарт як нормативно-технічний документ встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації і затверджується компетентним органом. Стандарт розробляється як щодо матеріальних предметів (продукції, еталонів, зразків речовини), так і щодо норм, правил, вимог різного характеру.

В даний час у світі діє понад 16 стандартів управління проектами, але цільної системи стандартів управління проектами поки не існує [6, 26, 29, 35, 36, 42, 53, 54, 56, 61]. У той же час більшість фахівців сходиться на тому, що

стандарт управління проектами «Керівництво із зводу знань з управління проектами» (PMBOK Guide) [68], розроблений Інститутом управління проектами США (PMI) хоча і не є державним або міжнародним, де-факто таким визнається, тому що застосовується національними та міжнародними професійними співтовариствами, а також компаніями з різних країн світу, в тому числі і з України. Перелік чинних стандартів, що розроблені PMI, наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

**Основні стандарти управління проектами, розроблені  
Інститутом управління проектами PMI**

Рівень (об'єкт) стандартизації	Тип стандарту	Найменування стандарту
1. Менеджер проекту	Стандарт кваліфікації менеджера	Міжнародний стандарт кваліфікації менеджерів проектів, (2-е видання)
2. Одиничний проект (в тому числі і мультипроект)	Стандарт управління проектом	Керівництво до зводу знань з управління проектами, (4-е видання)
3. Програма проектів	Стандарт управління програмами проектів	Стандарт управління програмами проектів, (2-е видання)
4. Портфель проектів	Стандарт управління портфелем проектів	Стандарт управління портфелями проектів, (2-е видання)
5. Організація, що здійснює проектно-орієнтовану діяльність	Стандарт розвитку проектної структури організації	Модель рівнів розвитку («зрілості») системи управління проектами в організації, (2-е видання)

Рівні 1 і 2 відповідають одиничному проекту. Стандарти цих рівнів описують вимоги до менеджера проекту, у тому числі до його здібностей та вмінням управляти людьми, і до системи управління одиничним проектом, у тому числі до його структури та управлінських процесів [16, с.12].

Рівні 3 і 4 відносяться до проектно-орієнтованої діяльності організації які реалізуються двома засобами: у вигляді програми або як портфель проектів.

Рівень 5 – це рівень самої організації, що реалізує проектно-орієнтовану діяльність. У організаціях, що здійснюють проектне управління, управлінням програмами і портфелями існує в більш широкому контексті.

На рис. 1.1 показано зв'язки між управлінням портфелями, управлінням програмами та управлінням проектами.

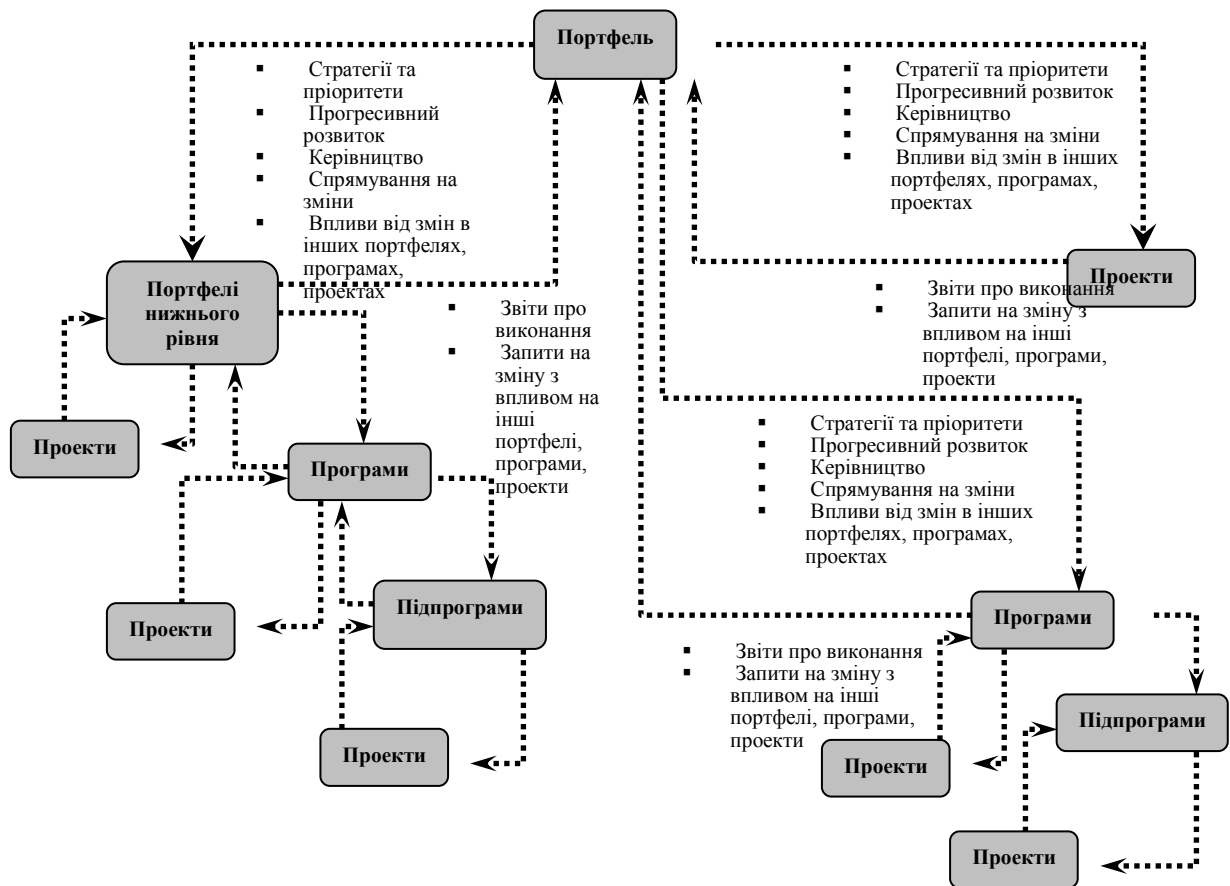


Рис.1.1. Зв'язки між управлінням портфелями, управлінням програмами та управлінням проектами

Організаційне управління впливає на проекти за допомогою встановлення пріоритетів проектів на підставі ризиків, фінансування та стратегічного плану організації [40, с.20]. Організаційне управління може направляти фінансування і підтримку упорядкованих проектів на підставі категорії ризиків, визначених напрямків діяльності або загальних типів проектів, таких як поліпшення інфраструктури або удосконалення процесів.

Відзначимо, що як вказано в PMBOK Guide, до проектів, програм та портфелів застосовуються різні підходи. Методологія управління окремим проектом надає організаціям інструментарій, достатній для управління

окремо взятим проектом. Управління ж портфелем проектів передбачає як проведення аналізу всіх проектів організації окремо, так і проведення аналізу характеристик всієї сукупності проектів, що реалізуються в організації проектів і формують збалансований портфель.

Останнє необхідно для формування ефективного механізму реалізації стратегічних цілей організації.

Отже, портфель проектів є об'єктивним результатом процесу стратегічного планування, при цьому сукупності стратегічних цілей організації відповідає портфель проектів (рис.1.2).

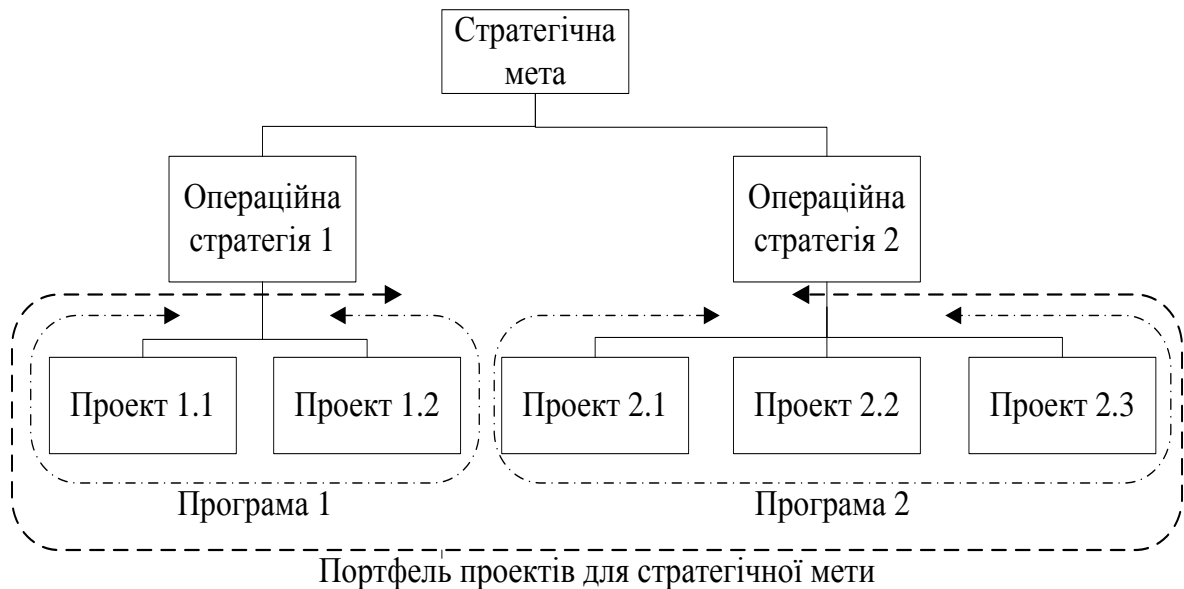


Рис.1.2. Стратегічні цілі організації і портфель проектів

На рис. 1.2 показано, що стратегії і пріоритети організації пов'язані між собою і мають зв'язки з портфелями і програмами, а також між програмами та окремими проектами.

Кожен проект, що входить до складу портфелю, є об'єктом управління і володіє низкою характеристик, уточнення і формалізація яких представлена в дослідженні. Сукупність проектів організації, або портфель проектів, також є об'єктом управління і володіє такими параметрами, як прибутковість, ризик, час реалізації, необхідні ресурси і таке інше. При цьому реалізація кожного

проекту впливає на хід реалізації інших проектів, що входять у портфель, і тим самим впливає на параметри всього портфеля проектів. Враховуючи безумовну значимість характеристик кожного з проектів, що входять до складу портфеля, відзначимо, що стратегічна конкурентоспроможність і розвиток організації залежить від характеристик всього портфелю проектів.

У зв'язку з цим, провідні міжнародні компанії почали здійснювати перші спроби формування методологій управління проектами на рівні портфелів/програм. Ґрунтуючись на керівництві з управління проектами РМВоК, асоціацією РМІ розроблені наступні стандарти з управління портфелем і програмою.

*The Standard for Program Management* [97] – націлений на надання детального опису програмного управління, а також на ефективні комунікації і координацію між групами. Стандарт для управління програмою включає рекомендації щодо контролю за великою кількістю проектів, методи ефективного аналізу процесів, управління зацікавленими особами та управління програмою. Стандарт забезпечує створення правильних шаблонів, щоб організації могли ефективно управляти численними і складними програмами для забезпечення ефективності підприємства з урахуванням власних вимог.

*The Standard for Portfolio Management* – стандарт, створений для керівництва по процесам, які зазвичай вважаються найкращими практиками в портфельному менеджменті. Стандарт сфокусований на портфельному управлінні у програмному і проектному менеджменті. Важливе значення надається встановленню зв'язків зі стратегією організації, можливостям відстеження досягнення цілей через процеси інтегрованого управління програмами та проектами. Розкривається взаємозв'язок з функціональними областями управління: фінансами, маркетингом, корпоративними комунікаціями, управлінням персоналом.

*Міжнародний стандарт ISO 21500* [82] представляє високорівневий опис понять і процесів, які розглядаються з точки зору формування

обґрунтованої практики в проектному управлінні. Цей міжнародний стандарт розглядає проекти в контексті програм та портфелів проектів. Однак, він не надає докладного керівництва з управління програмами і портфелями проектів. До того ж, звернення до питань, що стосуються загальних дисциплін управління, йде тільки тоді, коли вони відносяться до проектного управління.

«P2M». Керівництво з управління інноваційними проектами і програмами – «A Guidebook of Project and Program Management for Enterprise Innovation» [49] було опубліковано в 2001 р. Асоціацією розвитку інженерії Японії (ENAA) і Японською асоціацією управління проектами (PMAJ). P2M є керівництвом з управління інноваціями на основі проектів і програм. Ключові поняття P2M – це додаткові (понад управління проектами) дії, мета яких – створення цінності для підприємства. Одними з основних частин керівництва є – управління програмою, використання систем контролінгу, обслуговування та налаштування системи управління. Методологія описує, як поєднувати виконання програми з бізнес-стратегією компанії, і використовувати отриманий в результаті виконання проектів досвід для розвитку і просування до стратегічних цілей.

*ГОСТ Р 54871-2011 «Проектний менеджмент. Вимоги до управління програмою»* [15], затверджений у Російській Федерації у вересні 2012 р. Федеральним агентством з технічного регулювання і метрології. Цей стандарт встановлює вимоги до управління програмою для забезпечення ефективного досягнення цілей та реалізації вигод програми. Вимоги даного стандарту можуть бути застосовані для управління будь-якими програмами незалежно від їх розміру та рівня складності. Цей стандарт може бути використаний в цілях отримання оцінки відповідності управління програмою встановленим у стандарті вимогам.

На сьогоднішній день на території України існує велика кількість нормативно-правових актів, що регламентують інвестиційну діяльність [19-24, 34, 43, 44], основним з яких є прийнятий Верховною Радою України

Закон України «Про інвестиційну діяльність» від 18 вересня 1991 року № 1560-XII [20].

Кожен з діючих на сьогодні законопроектів спрямований на удосконалення регулювання відносин у сфері інвестиційної діяльності і має свій напрямок. Разом з тим, питанням управління програмами і портфелями проектів приділено мало уваги. Так Міністерством фінансів України в 2010 р. на засадах японського стандарту «P2M. Керівництво з управління інноваційними проектами і програмами організацій» побудована версія стандарту щодо управління інноваційними проектами та програмами. [58]. Стандарт визначає систему знань, основні принципи управління інноваційними проектами та програмами розвитку організацій, критерії та процеси управління і містить настанови щодо управління інноваційними проектами, портфелями проектів та програмами розвитку організацій та створення інноваційних продуктів.

Всі з перерахованих вище стандартів є документами, що регламентують правила та методики управління вже існуючими пакетами проектів, процеси формування портфелів проектів і програм в даних стандартах не розглядаються. Спроби регламентувати процес формування портфеля проектами були зроблені Російською Федерацією і відображені в ГОСТ Р 54870-2011 «Проектний менеджмент. Вимоги до управління портфелем проектів» [15]. Цей стандарт встановлює вимоги до управління портфелем проектів на етапах його формування та реалізації, при цьому предметом стандартизації є виходи процесів управління портфелем проектів. Складовими частинами даного стандарту є групи процесів формування портфеля проектів, засновані на: ідентифікації та оцінці компонентів портфеля, розстановці пріоритетів, оптимізації і балансуванні портфеля, авторизації портфеля проектів. Стандарт не містить вимог до методів реалізації процесів управління портфелями проектів.

Однак, як відзначають багато експертів і дослідників [2-4, 7], методи управління портфелем проектів на сьогоднішній день є найменш розвиненою областю управління проектами і вимагають подальшого опрацювання.

## **1.2. Аналіз підходів та методів методологічного формування портфеля проектів**

В основі методологічного підходу формування портфеля проектів лежить припущення, що керівництво компанії досить точно може передбачити майбутній розвиток компанії, і вибирає єдино вірний шлях, визначивши для себе місію і цілі компанії. Для позиціонування компанії виконується: аналіз навколишнього середовища через визначення strengths (сильних сторін), weaknesses (слабких сторін), opportunities (можливостей) і threats (загроз) – SWOT-аналіз. Досліджуються сильні і слабкі сторони компанії, а також її потенційні можливості на підставі наявної зовнішньої і внутрішньої інформації, будується матриця Space – матриця стратегічного положення і оцінки дій Strategic Position and Action Evaluation.

З метою вибору найбільш прийнятної і кращої стратегічної альтернативи використовується спеціальний інструментарій, що включає кількісні методи прогнозування: розробку сценаріїв майбутнього розвитку, портфельний аналіз, матрицю BCG (matrix Boston Consulting Group), диверсифікацію діяльності підприємства, матрицю Абеля, матрицю Маккінзі та ін.

Формування портфеля проектів здійснюється за допомогою застосування підходів та інструментів реалізації, які засновані на: підборі способів і методів, розробці комплексу робіт (заходів, дій).

Підхід – це те базове вихідне переконання, це той основний спосіб, за допомогою якого вирішуватиметься те чи інше питання [60].

Методологія – система принципів і способів організації та побудова теоретичної і практичної діяльності, а також вчення про цю систему [50].



Аналіз існуючих методологічних підходів формування портфеля проектів показав, що умовно їх можна розділити на дві категорії: економіко-математичні та аналітичні підходи (рис. 1.3).



Рис 1.3. Підходи до формування портфеля проектів

*Економіко-математичні* підходи формування портфеля проектів засновані на кількісних виразах характеристик проектів. Сутність їх полягає в тому, що вони дозволяють знаходити кількісне вираження взаємозв'язку між складними соціально-економічними, технологічними та іншими процесами, опосередкованими в показниках. Застосування цієї групи методів сприяє усуненню суб'єктивізму і підвищує науковий рівень обґрунтованості портфеля. Однак застосування цих методів при точному математичному описі завдання найчастіше вимагає експертної оцінки отриманих даних. Найбільш поширені економіко-математичні підходи вказані на рис. 1.4.

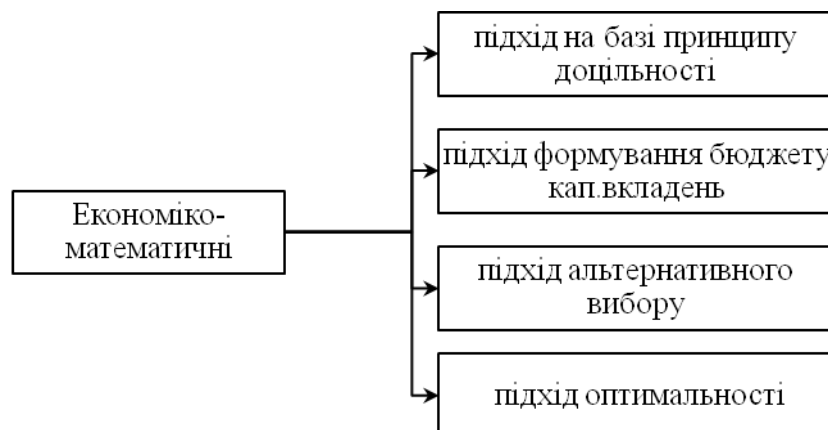


Рис. 1.4. Економіко-математичні підходи формування портфеля проектів

*Підхід на підставі принципу доцільності.* Підхід заснований на формуванні фінансово реалізованого портфеля з мінімальним втраченим прибутком. При використанні даного підходу ранг проекту визначається за одним з його показників. Як правило, при ранжируванні проектів цей підхід спирається на використання критеріїв:

- чистий дисконтований дохід (NPV);
- внутрішня норма прибутковості (IRR);
- період окупності (PP);
- індекс рентабельності (PI).

Даний підхід є найбільш поширеним, оскільки дозволяє здійснити оцінку майбутніх капітальних вкладень з достатнім ступенем точності. Але застосування даного підходу не завжди виправдано, оскільки не всі реалізовані проекти підприємств можуть бути прибутковими, в результаті чого підприємство може відмовитися від реалізації проектів законодавчого рівня, зазнавши при цьому великі збитки, пов'язані зі штрафними санкціями.

*Підхід формування бюджету капітальних вкладень* [31]. Даний підхід використовують підприємства, що обмежують свій бюджет капітальних вкладень. Даний підхід дозволяє: прогнозувати наявність та рух грошових коштів компанії, оптимізувати систему оподаткування, змінювати облікову політику, контролювати і координувати структури витрат тощо.

У загальному випадку підхід є виправданим лише за умови достатньої кількості фінансів для реалізації всіх проектів підприємства.

*Підхід альтернативного вибору.* У даному підході забезпечується гнучкість вибору проектів, що формують портфель. Альтернативний вибір спрямований на зменшення невизначеності, яка впливає на проекти, і оцінку ступеня ризику. Підхід виконується за допомогою використання спеціалізованої методології аналізу альтернатив і математичного розрахунку альтернативного інвестування. Даний підхід є дуже громіздким і передбачає

виконання великого обсягу аналітичних і дослідницьких робіт до прийняття рішення про реалізацію проекту.

*Підхід оптимальності.* Підхід заснований на теорії Гаррі Марковіца [38]. Відповідно до даного підходу не потрібно проводити оцінку всіх портфельів, а досить розглянути лише так зване ефективну множину варіантів комбінації проектів всередині портфеля. Підприємство формує свій оптимальний портфель проектів з множини допустимих інноваційних проектів, кожен з яких повинен забезпечувати:

- максимальну очікувану економічну ефективність інноваційної діяльності для деякого рівня ризику;
- мінімальний ризик для деякого значення очікуваної економічної ефективності інноваційної діяльності.

Даний підхід більшою мірою ґрунтується на методі виключення. При використанні даного походу, необхідна наявність експертів – фахівців високої кваліфікації, що не завжди є досяжним на невеликих підприємствах. Однак, не дивлячись на складнощі даного підходу, він широко зарекомендував себе на практиці.

*Аналітичні підходи* засновані на логічних міркуваннях і розумовому процесі розчленування цілого на складові частини (декомпозиції) із використанням формальних доказів для відповідності двох порівнюваних описів, набутих в процесі пізнання або предметно-практичної діяльності людини.

Найбільш широко використовуваними аналітичними підходами при формуванні портфеля проектів є підходи, що зображені на рис.1.5.



Рис. 1.5. Аналітичні підходи до формування портфеля проектів

*Підхід обліку проектних залежностей.* При цьому підході реалізація одного проекту не можлива без реалізації другого проекту. Проекти наведеного портфеля можуть виконуватися в строго визначеній послідовності, що обумовлено наявністю жорстких технологічних залежностей. У разі порушення залежностей між проектами, портфель або неможливо реалізувати, або він спричиняє втрату вигоди. Останнім часом у важкій промисловості застосування даного підходу стало носити все більш актуальний характер. Впровадивши методологію управління проектами, більшість підприємств досягли рівня аналізу недоотриманого прибутку і пошуку корінних причин. У більшості випадків реалізація високоефективного проекту не мала сенсу без реалізації іншого проекту, який забезпечує інфраструктурний напрям першого проекту.

*Політичний підхід* – формування портфеля проектів здійснюється відповідно до побажань зацікавлених сторін проекту. Незважаючи на усі спроби мінімізувати вплив суб'єктивного чинника, все одно в компанії завжди існують проекти, які ініційовані вищим керівництвом і які мають увійти в портфель незалежно від їх реальної ефективності. Даний підхід не

завжди є виправданим з точки зору економічної доцільності, але завжди виправданий з точки зору окремих зацікавлених осіб.

*Підхід розподілу завантаженості ресурсів.* Цей підхід ґрунтується на: вирішенні завдань розподілу ресурсів на мережах, вирішенні завдань дискретної оптимізації робіт, задачах мінімізації часу виконання проекту, коли тривалість робіт проекту залежить від кількості використовуваних на них ресурсів [5]. Підхід заснований на побудові моделі розподілу ресурсів між проектами портфеля таким чином, щоб врахувати та погодити інтереси всіх зацікавлених сторін проектів і функціональних керівників компанії. На практиці даний підхід отримав незначне поширення, і застосовується лише в тих проектах, на яких можна визначити чітко структурований обсяг робіт.

*Експертний підхід.* Підхід полягає у формуванні портфеля проектів на підставі отримання та обробки інформації про ключові характеристики проекту та його навколишнього середовища від експертів – фахівців у конкретних предметних галузях. Сукупність думок зацікавлених суб'єктів характеризується однаковими вподобаннями та пріоритети критеріїв мають наступні властивості: задоволення умови одноголосності, анонімність і сепарабельність, використання механізму прийняття рішень, яким неможливо маніпулювати. Незважаючи на трудомісткість даного підходу, він є найбільш придатним до впровадження на практиці. У більшості випадків на підприємствах не використовують громіздких моделей, а застосовують спрощений варіант опитувальних листів чи колективних зборів, але при всьому при цьому прийняте рішення має супроводжуватися одноголосною думкою експертів – технологів.

*Графічний підхід.* Дозволяє наочно відображати якісні та кількісні характеристики як діючих, так і потенційних проектів, зручних для порівняння по ключових позиціях. У практиці промислових підприємств проектний підхід використовується більшою мірою у вигляді діаграм і технологічних карт для обґрунтування виконання капітальних ремонтів технологічного обладнання.

*Кібернетичний підхід.* Підхід дослідження системи на основі принципів кібернетики за допомогою виявлення прямих і зворотних зв'язків, вивчення процесів управління, розгляду елементів системи як «чорних ящиків» - систем, в яких досліднику доступна лише їх вхідна і вихідна інформація, а внутрішній устрій може бути і невідомим. В результаті досліджень формується контур управління різного ступеня складності – від управління за відхиленнями, до рефлексивного управління.

*Логіко-структурований підхід.* Являє собою цілісну методологію, містить основні широко відомі методи, зокрема, приділяючи особливу увагу таким питанням як:

- чітке визначення цілей і змісту проекту на основі всебічного аналізу розв'язуваних проблем, обліку основних умов реалізації, інтересів залучених сторін, а також ризиків і гіпотез, закладених в проекті;
- прийняття чітко виражених, кількісно і якісно вимірюваних показників успішності реалізації і завершення проекту (програми);
- чітке однозначне визначення того, за що має відповідати керівник, члени групи управління та інші учасники в процесі досягнення поставлених завдань і чому;
- виділення ключових елементів та визначення їх взаємозв'язку так, щоб це сприяло полегшенню аналізу, реалізації та оцінці.

Даний підхід застосовується на промислових підприємствах, коли здійснюється реалізація великомасштабних стратегічних проектів або проектів диверсифікації бізнесу.

*Підхід раціоналізму.* Даний підхід розглядається як спосіб формування рішень, коли «рішення передують діям». У цьому випадку має місце покроковий процес обґрунтування вибору цілей, прагнень, варіантів реалізації, наслідків та результатів. Цей підхід так само відомий, як метод планування за найкращим можливим результатом.

З іншого боку, підхід раціоналізму розглядається з боку масштабності реалізації проектів. Портфель, складений тільки з великих проектів, є

ризикованим, оскільки реалізація таких проектів часто здійснюється з тривалим терміном, у зв'язку з чим знижується ймовірність їх ефективного впровадження. Крім того, при великих проектах зростає необхідність у нормуванні використання ресурсної, технологічної та кадрової бази, посилюються вимоги до виробничих можливостей.

До великого портфеля з'являється можливість включати проекти, які характеризуються високим ступенем ризику, оскільки обмеження в цьому випадку будуть полягати в тому, щоб не перевищити допустимих (прийнятних) меж загального ризику портфеля. Портфель, складений з невеликих проектів, може генерувати більш високу норму прибутку, ніж більш великі проекти. Невеликі проекти вимагають значно менших ресурсів, ефективність таких проектів легше прогнозувати. Але в той же час невеликі проекти більш чутливі до нестабільного зовнішнього середовища, часто висувають більш високі вимоги до якості виробничих фондів і технологій, і сприйнятливі до впливу ризиків. Портфель, сформований з невеликих проектів, найбільш схильний до краху, у зв'язку з чим, зміст портфеля повинен достатньо часто піддаватися ревізії, перегляду та оновленню.

*Інформаційний підхід.* Підхід заснований на процесах управління, які виділяють і вивчають в об'єктах дослідження різні види потоків інформації, способи їх обробки, аналізу, перетворення, передачі тощо. Під управлінням в найзагальнішому вигляді розуміється процес формування цілеспрямованої поведінки системи за допомогою інформаційного впливу, що виробляється людиною або пристроєм.

Різноманітність розглянутих нами підходів при формуванні портфеля проектів свідчить про те, що формування стійкого інвестиційного портфеля здійснюється відповідно з підходами, які кожна компанія визначає для себе у відповідності зі своїми цілями і можливостями. Єдиного алгоритму для вироблення рішення не існує, оскільки в кожному конкретному випадку може бути доцільною своя група критеріїв. Однак вибір підходу формування портфеля, ґрунтуючись лише на одному критерії, несе у собі великий ризик.

Виходячи з цього, нами висунуто припущення, що для формування портфеля на підприємствах повинен використовуватися комплексний підхід.

Одним комплексних підходів, що широко зарекомендували себе, є *системний підхід*. Даний підхід заснований на методі системного аналізу (від грец. *systema* – ціле, складене з частин, поєднання) – сукупності методів і засобів дослідження складних, багаторівневих і багатокомпонентних систем, об'єктів, процесів, що спираються на комплексний підхід, врахування взаємозв'язків і взаємодій між елементами системи [47].

Поняття системи використовується для представлення досліджуваних або проєктованих об'єктів, які цікавлять нас як дещо ціле, про яке неможливо дійти однозначної думки на основі вже наявного розуміння і загально визнаних концепцій чи описати математично. У той же час система розглядається як комплекс взаємопов'язаних елементів, взаємозв'язок яких існує протягом певного часу. Тому основна особливість системного підходу полягає в поєднанні формальних методів і неформалізованого експертного знання. Системний підхід відіграє чільну роль в процесі планування, управління, виробленні та прийнятті управлінських рішень, в той же час є простим і логічним підходом. На практиці найбільшого поширення набули системні карти та схеми впливу і причинно-наслідкових зв'язків.

Для розуміння суті питання введемо деякі визначення.

*Системний аналіз* – методологія вирішення складної проблеми шляхом послідовної декомпозиції її на взаємопов'язані окремі складові – підпроблеми. Будь-який об'єкт є нескінченно складним, тому завдання спрощується виділенням тільки тих елементів і зв'язків, які забезпечують досягнення мети [37].

Найпростіше скласти уявлення про системний аналіз, перерахувавши його основні ознаки, що втілюються у властивостях системи:

- складається з множини підсистем, елементів;
- має цілеспрямованість, єдність мети для всіх елементів;



- відносна самостійність вхідних елементів і наявність системи управління ними;
- емерджентність – поява в елементах якісно нових функцій, відмінних від цілей окремих елементів;
- синергетичність – посилення кінцевого результату при реалізації системи елементів;
- складність призначення і різноманіття виконуваних функцій;
- наявність у системі активно діючих елементів – людей і їх колективів з власними цілями і поведінкою;
- різноманіття видів взаємозв'язку між елементами системи (матеріальні, інформаційні, енергетичні зв'язки) і системи з зовнішнім середовищем.

При системному аналізі здійснюється осмислення окремих компонентів із використанням численних методів планування та управління, які перебувають під впливом власної сукупності, а поведінка самої системи змінюється при виключенні будь-якого з її компонентів.

Якщо розглянути елементи системи позначити як проекти, тоді портфель проектів  $S$  можна представити таким чином:

$$S = \delta\{X, Y\},$$

де:  $\delta$  – функція переходу;

$X = \{x_i : i = 1, 2, \dots, n\}$  – множина вхідних елементів системи;

$Y = \{y_i : i = 1, 2, \dots, m\}$  – множина вихідних елементів системи.

Множини  $X$  і  $Y$  є скінченими, оскільки визначають деяку систему, що узятя з реального життя і є дискретною за своєю суттю.

Таким чином, можна вважати, що досліджуваний об'єкт – портфель проектів, представлений як система, а таке дослідження відносять до класу системних, якщо процедурно воно будується без порушення зазначених вище принципів. При системному підході кожен проект в портфелі розглядається як велика і складна система і, одночасно, як складовий елемент більш загальної системи – портфеля проектів.

На наш погляд, системний підхід найбільш точно описує розуміння портфеля проектів. Як і система, портфель складається з окремих елементів – проектів, як і система, портфель існує в певному часовому проміжку, як і в елементах системи, між проектами портфеля існують зв'язки, як і в системі, в портфелі проектів існує ціле покладання.

Для повноти картини розглянемо характерні особливості, що властиві системі і портфелю проектів (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Взаємозв'язок характерних особливостей методів системного аналізу і особливостей портфеля проектів

Методологія системного аналізу являє собою досить складну сукупність принципів, підходів, процесів, концепцій і конкретних методів.

*Метод* (від грец. *methodos* – шлях, спосіб дослідження, навчання) – сукупність прийомів і операцій пізнання і практичного перетворення дійсності; спосіб досягнення певних результатів у пізнанні і практиці [27].

Методи системного аналізу призначені, в першу чергу, для дослідження слабоструктурованих систем, склад елементів і взаємозв'язків яких встановлений тільки частково, і для вирішення завдань, які виникають в ситуаціях, що характеризуються невизначеністю, і містять елементи, що не формалізуються не перекладаються на мову математики.

Стосовно питання формування портфеля проектів, в роботі розглянуті методи системного аналізу, які умовно розділені за ступенем формалізації на дві групи (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Групи методів системного аналізу

*Неформальні* (евристичні, якісні) методи системного аналізу застосовується в тих випадках, коли в осіб, що приймають рішення, на початковому етапі немає достатньої інформації про проекти, що плануються для включення до складу портфеля, немає можливості оцінити їх з точки зору формалізованого подання, сформуванати математичну модель кожного проекту.

Варіанти неформальних методів системного аналізу при формуванні портфеля проектів представлені на рис. 1.8.

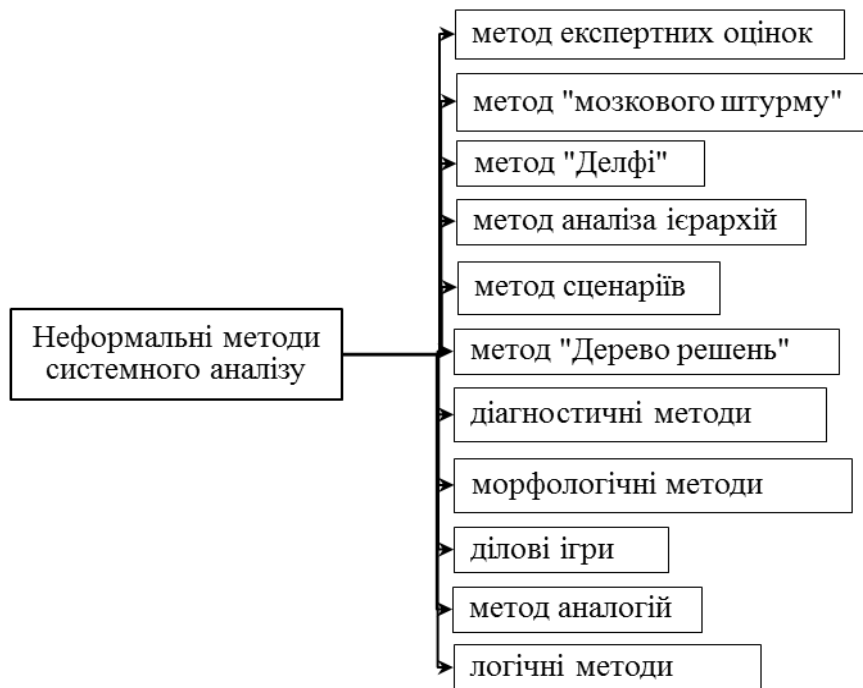


Рис. 1.8. Неформальні методи системного аналізу

*Метод експертних оцінок* [37] заснований на можливостях, навичках і знаннях фахівців, що дозволяють робити висновки щодо властивостей об'єкта шляхом його прямого вивчення, аналізу та оцінки. Метод заснований на визначенні ряду якісних і кількісних параметрів, простих і зрозумілих для фахівців-експертів, на підставі яких можна зробити оцінку. Після отримання відповідей з'являється колективна думка, колективний погляд на поставлене завдання. В результаті обробки експертних відповідей отримують найбільш ймовірний прогноз. Основою методу є різні форми експертного опитування або сукупної думки фахівців, зазвичай в галузях діяльності, що перетинаються.

Труднощі даного методу полягають у тому, що найчастіше оцінку дають фахівці – технологи тієї компанії, на якій згодом планується впровадження розглянутого портфеля проектів, що в свою чергу є не завжди виправданим, оскільки можливий аспект зацікавленості фахівців в реалізації того чи іншого проекту в складі портфеля. Крім того, запросити кваліфікованих фахівців – експертів в один і той же час і місце є дуже складною організаційною

задачею. Для отримання адекватного результату цього методу, експерти повинні бути незалежні, не повинні бути з одного і того ж підприємства чи установи, оскільки не мають бути зацікавленими, однаково навченими, і оперувати однаковими методами.

*Метод мозкового штурму* розроблений Алексом Осборном в 1953 році [57]. Метод заснований на припущенні, що одною з основних перешкод для народження нових ідей є «побоювання оцінки»: люди часто не висловлюють вголос цікаві неординарні ідеї через побоювання зустрітися зі скептичним або навіть ворожим до них ставленням з боку керівників і колег. Класична техніка мозкового штурму, запропонована Осборном, ґрунтується на двох основних принципах – «відтермінування винесення вироку ідеї» і «з кількості народжується якість». Метою застосування «мозкового штурму» при плануванні портфеля проектів є виключення компонента оцінювання на початкових стадіях створення портфеля. Даний підхід дозволяє знайти можливі варіанти портфеля шляхом застосування спеціальних встановлених правил обговорення. «Мозковий штурм» дає можливість об'єднати в процесі пошуку портфельних варіантів дуже різних людей; а якщо групі вдається знайти єдине рішення, то її учасники зазвичай стають стійкими прихильниками реалізації такого варіанту портфеля проектів.

*Метод «Дельфі»* (запозичене від «Дельфійського Оракула») був розроблений в 1950-1960 роки в США корпорацією RAND, авторами вважаються Olaf Helmer, Norman Dalkey і Nicholas Rescher. Суть методу Дельфі [1] полягає в послідовному анкетуванні експертів різних технологічних напрямків та формуванні масиву інформації, що відображає індивідуальні оцінки експертів, які засновані на строго логічному досвіді. При цьому даний метод передбачає повну відмову від колективного обговорення. Це робиться для того, щоб зменшити вплив таких психологічних факторів, як приєднання до думки більш авторитетного фахівця, небажання відмовлятися від публічно висловленої думки, згода з

думкою більшості. Даний метод передбачає використання серії анкет, у кожній з яких містяться інформація та думки, отримані з попередньої анкети.

*Метод аналізу ієрархій.* Метод розроблений американським математиком Томасом Сааті [32, 95, 96]. Суть методу полягає в тому, що особі, яка приймає рішення, не пропонується будь-якого «правильного» рішення, а дозволяється в інтерактивному режимі знайти такий варіант (альтернативу), який найкращим чином узгоджується з його розумінням суті проблеми та вимогами до її вирішення. Метод аналізу ієрархій містить процедуру синтезу пріоритетів, обчислюваних на основі суб'єктивних суджень експертів. Число суджень може вимірюватися десятками або навіть сотнями.

*Метод сценаріїв* [59] являє собою набір прогнозів з кожного розглянутого варіанту портфеля проектів, його реалізації, а також можливих позитивних і негативних наслідків. Сценарій є попередньою інформацією, на підставі якої проводиться подальша робота з прогнозування або розробки варіантів портфеля. Зазвичай в якості базового варіанту розглядається найбільш вірогідний варіант сценарію, на основі якого приймаються рішення. В тому числі розглядається ще як мінімум два альтернативних варіанти сценарію:

- оптимістичний сценарій – найкращі прогнозовані та очікувані результати при обраному варіанті портфеля;
- песимістичний сценарій – найгірші прогнозовані та очікувані результати при обраному варіанті портфеля.

Дані варіанти сценарію приймаються в тому випадку, якщо реальність в більшій мірі починає наближатися до їх змісту, а не до базового варіанту сценарію.

*Метод структуризації* – метод «дерева рішень» [68]. Суть методу структуризації полягає в побудові «дерева рішень» шляхом багатоетапного експертного опитування, з використанням так званої дельфійської процедури. Для формування портфеля проектів експертам на розгляд

пропонується масив проектів із зазначенням критеріїв та елементів відбору. У результаті проведення кожного етапу експертного опитування формуються пакет одного рівня «дерева рішень», проводиться їх порівняльна оцінка, відкидаються проекти, які не відповідають прийнятним показникам відбору. Решта проектів піддається подальшому аналізу на глибшому рівні. Такий підхід дає можливість найбільш повно врахувати і оцінити всі пропозиції експертів. Кожен раз експертам пропонуються для оцінки елементи тільки одного рівня «дерева», що зменшує параметри портфеля і підвищує обґрунтованість суджень експертів. При такому підході прискорюється процес побудови «дерева рішень», оскільки за прийнятими показниками відбору проекти кожного рівня – оцінюються, а проекти, що не відповідають їм – відкидаються і не враховуються у подальшому розгляді.

*Діагностичний метод* [51] – заснований на встановленні і вивченні ознак, що характеризують стан систем для передбачення можливих відхилень і запобігання порушень нормального режиму функціонування підприємства. Іншими словами, діагностика – це виявлення проблем і вузьких місць у системі із зазначенням можливих шляхів їх вирішення.

Формування портфеля проектів на підставі даного методу здійснюється за допомогою проведення діагностики як підприємства в цілому, так і його обладнання. Основою методу є використання тестових випробувань, обстеження, заповнення анкет, опитувальних листів тощо. На підставі діагностики виявляються вузькі місця, розробляється комплекс заходів щодо їх усунення, з яких згодом складається портфель проектів.

*Морфологічні методи.* Автор методу Фріц Цвіккі (Zwicky, Fritz) (1898-1974) [55] розробив метод, суть якого полягає в побудові матриці (таблиці, скриньки), де перераховані всі складові елементи об'єкта дослідження і вказані всі можливі варіанти реалізації цих елементів. Варіюючи усіма відомими альтернативами реалізації елементів об'єкта, можна отримати найнесподіваніші нові рішення. При формуванні портфеля проектів підбираються можливі рішення для окремих проектів (так званих

«морфологічних ознак», що характеризують проект) і в подальшому відбувається систематизоване отримання їх поєднань (комбінування). Недоліком даного методу є необхідність розгляду величезного числа варіантів, більшість яких виявляється позбавленою практичного сенсу, що робить використання методу занадто трудомістким.

*Ділові ігри* – це саморегульована імітаційна модель ситуації (проблеми) з безперервно мінливими умовами. При розв'язанні ділової гри задаються правила і вимоги до портфелю проектів, беруть участь дві сторони, які представлені групами учасників, що мають цілі, які не співпадають. Основною метою даної гри є розробка можливих варіантів і знаходження оптимального рішення.

*Логічні методи* – це створення образу об'єкта дослідження з відображенням його характеристик у логічній, іноді інтуїтивній послідовності. Логічні методи реалізуються на вербальному (описовому) рівні, при цьому не встановлюються строгі кількісні співвідношення між результативними і факторними показниками, а обмежуються аналізом якісних узагальнень, що відображають загальні тенденції, напрями зміни властивостей досліджуваного об'єкта. Застосування даного методу набуло широкого поширення при формуванні портфеля в частині послідовності виконання проектів.

*Метод аналогій* – метод, згідно з яким знання, отримане при розгляді будь-якого об'єкта, переноситься на менш вивчений, подібний за істотними властивостям і якостями об'єкт. На стадії формування портфеля проектів, кількість інформації про проекти для прийняття однозначного рішення може бути не достатньою, в такому випадку розглядається інформація проєктів-аналогів. У більшості випадків інформація інтерпретується не стільки кількісна, скільки якісна. В такому випадку судження за аналогією може привести нас до бажаного результату.

Основною особливістю неформальних методів є те, що вони ґрунтуються на описі процедур на логічному рівні, без строгих аналітичних



залежностей. Велику роль у застосуванні цих методів грає досвід аналітика. Неформальні методи системного аналізу є досить суперечливими. З одного боку, вони допомагають знайти нові шляхи вирішення проблеми, що не містяться у формальній моделі, і таким чином, дозволяють безперервно розвивати модель і процес прийняття рішення, з іншого боку, вони можуть бути джерелом протиріч (виходячи з думок і суджень експертів), які іноді важко вирішити.

*Формалізовані* (математичні, кількісні) методи системного аналізу. Формалізовані методи, засновані на отриманні кількісних результатів обчислень, використовуються при вирішенні добре структурованих і частково слабоструктурованих проблем для оцінки варіантів рішень, вибору і обґрунтування оптимального варіанту. Ці методи використовуються, коли є достовірні дані, виражені в цифрах, спираються на попередньо задані суворі правила і залежності.

Формалізовані методи формування портфеля проектів представлені на рис. 1.9.



Рис. 1.9. Формалізовані методи системного аналізу

*Графічні методи* дозволяють наочно відобразити об'єкт у вигляді образу системи, її структури, і зв'язків в узагальненому вигляді[14]. Графічні

методи можуть бути лінійно-площинними і об'ємними. Графічні представлення найбільш наочно описують ситуацію або процес для прийняття рішення в динамічно мінливих умовах. Графічні методи широко застосовуються на практиці для планування графіків реалізації портфеля проектів. Найбільш уживані методи зображення при цьому є: графік Ганта, діаграми, гістограми, структурні схеми. У графічних представленнях обов'язково враховуються ресурсні складові проектів та їх взаємодія з іншими проектами. Варіаціями графічного методу можуть бути матричний метод і мережевий метод.

*Метод оцінки ефективності* заснований на оцінці і порівнянні обсягу передбачуваних інвестицій і майбутніх грошових надходжень. Загальна логіка методу – порівняння величини необхідних інвестицій з прогнозованими доходами. Критерії, що використовуються в методі:

- чистий приведений ефект (Net Present Value, NPV);
- індекс рентабельності інвестицій (Profitability Index, PI);
- внутрішня норма прибутку (Internal Rate of Return, IRR);
- дисконтований термін окупності інвестиції (Discounted Payback Period, DPP).

Цей метод є найбільш поширеним в практиці інвестування методом.

*Методи моделювання* засновані на представленні, побудові або вдосконаленні моделі – деякого допоміжного засобу, об'єкта, який в певній ситуації замінює інший об'єкт. Найбільш поширеними вважаються три види моделювання:

- фізичне моделювання – дослідження збільшеного чи зменшеного об'єкта. Таке дослідження називають портретним. Фізичне моделювання використовується для дослідження характеристик об'єктів за їх аналогами – копіями, які поводяться і виглядають як реальні об'єкти;
- аналогове моделювання – дослідження аналога об'єкта, який поводить, як і реальний об'єкт, але не виглядає таким;

– економіко-математичне моделювання – дослідження об'єктів на основі використання різного роду символів для опису властивостей або характеристик об'єктів або процесів.

Фізичне та аналогове моделювання є громіздким і на стадії формування портфеля достатньо витратним для прийняття рішень на підставі даних методів. Найбільш поширеним в практиці формування портфелів є математичне моделювання з елементами методу сценаріїв, що дозволяє розглянути можливі варіанти розвитку подій без понесення істотних витрат.

*Аналітичні методи* [39]. Сутність аналітичного методу полягає в: декомпозиції досліджуваного процесу або явища на його складові частини; виявленні впливу окремих частин на процес або явище в цілому; узагальненні (синтезі) окремих причин і умов, зведенні їх до умов, що визначають процес або явище в цілому. Перевагою даного методу при плануванні портфеля проектів є те, що він дозволяє визначити вплив окремих проектів на плановий прибуток і результат реалізації портфеля проектів в цілому.

*Метод грошових потоків.* Метод заснований на плануванні грошових потоків, на прогнозі очікування надходження коштів і бюджетуванні всіх витрат портфелю і витрат проектів, що входять до складу портфеля. Даний метод дозволяє реалізувати багатоваріантність розрахунків формування портфеля проектів, для того щоб з них вибрати оптимальний. На метод сильно впливає спад виробництва та інфляція національної валюти, але з іншої сторони, можна чітко визначити рамки портфеля проектів з точки зору фінансового забезпечення.

*Статистичні методи* засновані на зборі, обробці та аналізі статистичних даних, отриманих як в результаті фактичних дій, так і штучно, шляхом статистичного моделювання. До цих методів належать послідовний аналіз і метод статистичних випробувань. Послідовний аналіз дає можливість приймати рішення на основі розгляду ряду гіпотез, кожна з яких відразу послідовно перевіряється. За допомогою статистичних моделей можна

визначити майбутні доходи портфеля проектів, ґрунтуючись на поточних інвестиціях і заданих процентних ставках, здійснити інші фінансові розрахунки. Найбільш поширеним варіантом даного методу є метод статистичних випробувань – метод Монте-Карло.

*Теоретико-множинні методи* є основою представлення систем за загальною теорією систем М. Месаровича. Ці методи дозволяють описувати систему в універсальних загальних поняттях: множина, елемент множини і відносини на множинах. При використанні таких методів допускається введення будь-яких відносин між елементами на основі математичної логіки, яка є формальною мовою опису відносин між елементами, що відносяться до різних множин. Теоретико-множинні методи дозволяють описувати складні системи на формальній мові моделювання. При формуванні портфеля проектів можливе застосування теоретико-множинних методів в тому випадку, коли розглянутий потенційний масив проектів представлений різними напрямками, і вимагає взаєморозуміння між фахівцями різних напрямків.

*Метод лінійного програмування* є методом вирішення екстремальних завдань, які характеризуються лінійною залежністю між змінними і лінійним критерієм оптимальності. Сутність лінійного програмування полягає в знаходженні точок найбільшого або найменшого значення деякої функції при певному наборі обмежень, що накладаються на аргументи і утворюють систему обмежень, яка має, як правило, нескінчену множину рішень. При формуванні портфеля проектів застосування даного методу виправдане для визначення оптимального розподілу дефіцитних ресурсів при наявності конкуруючих між собою проектів.

*Метод Грехема* розроблений професором Колумбійського університету Б. Грехемом – це інвестиційна теорія, яка стверджує, що найбільш ефективною портфельною інвестиційною стратегією є формування портфеля за рахунок таких фондових інструментів, ринкові ціни на які нижчі за їх внутрішню вартість (обчисленої на основі вартості чистих активів компанії).

Цей метод характеризують як ідеологію інвестування, орієнтовану на вартість [10].

### **1.3. Аналіз сучасних принципів і підходів формування портфеля інвестиційних проектів на металургійних підприємствах.**

Аналіз інвестиційної діяльності металургійних підприємств, зокрема підприємств ВАТ «Метінвест Холдинг» (ПАТ «Єнакіївський металургійний завод»; ПАТ «Металургійний комбінат Азовсталь»; ПАТ «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча»; Ferriera Valsider, м. Верона, Італія; ВАТ «Металургійний комбінат Запоріжсталь») показав, що реалізація інвестиційних проектів здійснюється у межах і у форматі інвестиційних програм.

Інвестиційна діяльність великих металургійних підприємств здійснюється як через реалізацію окремого проекту (монопроекту), так і сукупного комплексу проектів (портфелів проектів), спрямованих на досягнення конкретних цілей для забезпечення життєдіяльності компанії. Процес інвестиційної діяльності при цьому є комплексним, зачіпає декілька підрозділів компанії з різною специфікою діяльності.

Формування інвестиційної програми здійснюється в рамках циклу бізнес-планування на один рік.

При розвитку існуючих підходів до основи формування інвестиційних програм підприємств пропонується покласти принципи, наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

### Принципи формування інвестиційної програми на металургійних підприємствах

Принцип	Опис принципу
Принцип інноваційності	Для забезпечення сучасності продукту портфелю проектів протягом тривалого періоду після завершення реалізації портфеля, в проектах необхідно впроваджувати інновації
Принцип реалістичності	Відображає реальні умови прийняття рішень, у тому числі множинність і суперечливість цілей організації та наявні обмеження
Принцип результативності	Забезпечує оптимальні рішення, що враховують вигоди та ризики окремих проектів і всього портфеля, а також цілі компанії та обмеження, що існують
Принцип гнучкості	Портфель повинен не тільки відповідати поточним умовам, в яких працює організація, але й швидко адаптуватися до змін
Принцип проактивності	Забезпечує комплексне прогнозування зміни негативних чинників і впливів на портфель проектів, завдяки чому з'являється можливість реалізувати дії напередження
Простота використання	Портфель проектів не повинен використовувати інформацію, яку складно отримати, а також спеціальні ресурси, якими компанія не володіє
Принцип економічної доцільності	Витрати на реалізацію портфеля проектів не повинні перевищувати вигоди від використання його результатів, інвестицій мають бути націлені на ефективне використання ресурсів підприємства
Принцип достатності	У портфель проектів повинні входити тільки ті проекти, які необхідні для успішного досягнення поставленої мети компанії
Принцип уніфікації процесів (принцип рівного підходу)	Використання в портфелі проектів єдиних правил і єдиного процесу, механізмів та інструментів управління проектами, що застосовуються в організації, з урахуванням ресурсних обмежень
Принцип міні-максу	Досягнення максимальних успіхів мінімальними способами з найменшими втратами з тих, які не можна запобігти особі, що приймає рішення в найгірших для неї обставинах
Принцип ієрархічності	Багатоступеневість управління, що встановлює певну підпорядкованість взаємопов'язаних рівнів управління, забезпечує економічність будови і високу стійкість функціонування систем управління
Принцип всеохоплення	Інвестиційний процес охоплює всі області діяльності підприємства
Принцип відповідності стратегії	Усі рішення в області інвестицій повинні відповідати стратегії і корелюватися із короткостроковими і довгостроковими цілями
Принцип збалансованості	Рішення повинні прийматися відповідно до збалансованого підходу до управління ризиками з урахуванням допустимого ризику і ризик-апетиту, а також балансу ризиків, витрат і вигод
Принцип безперервності	Інвестиційна діяльність являють собою безперервний процес пошуку, оцінки, затвердження, реалізації та моніторингу рішень в області інвестицій
Принцип делегування повноважень	Інвестиційні рішення можуть прийматися на декількох рівнях, рівні прийняття рішень розмежовані межами відповідальності

За результатами досліджень визначені шість послідовних кроків формування інвестиційної програми підприємства (рис. 1.10).

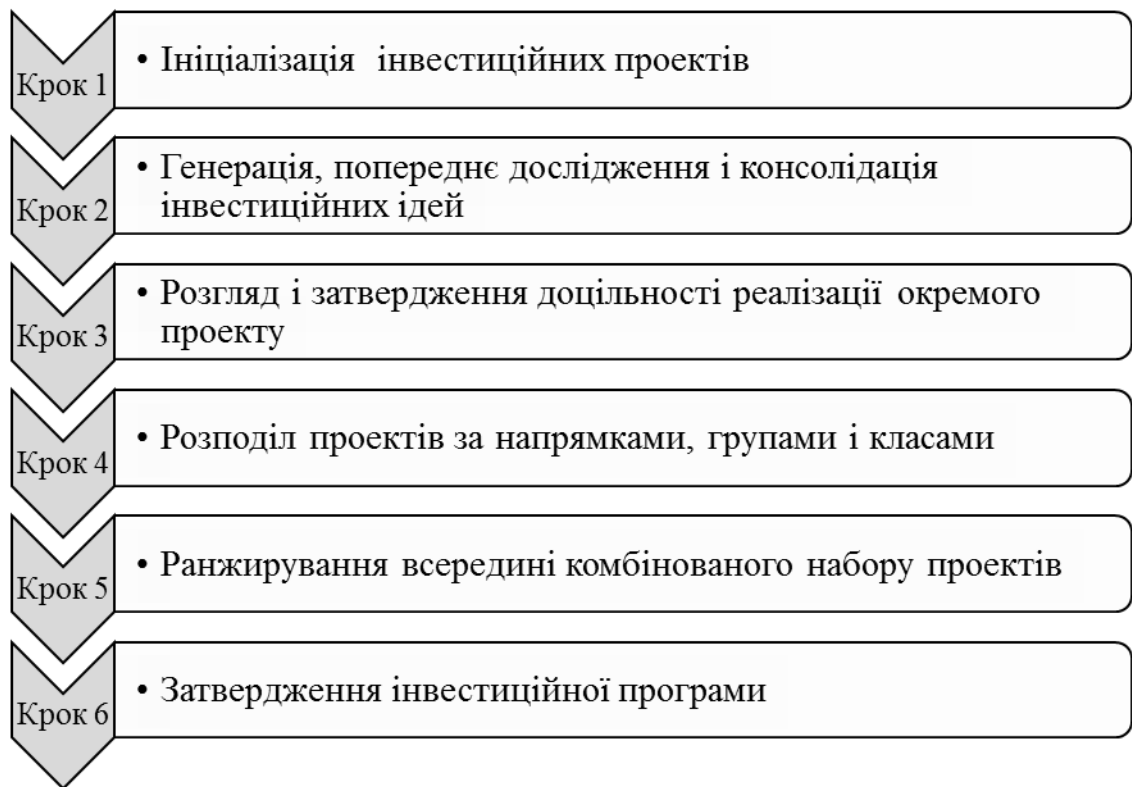


Рис. 1.10. Алгоритм формування інвестиційної програми підприємства

Нижче наведено детальний опис вказаних у наведеній схемі (див. рис. 1.10) кроків.

*Крок 1* «Ініціація інвестиційних проектів» реалізується керівниками структурних підрозділів підприємства, які зобов'язані вести постійну діяльність, спрямовану на підвищення ефективності функціонування їх підрозділів, визначати проблемні питання та пропонувати виконання конкретних заходів (робіт) у вигляді відповідних інвестиційних пропозицій (проектів).

*Крок 2* «Генерація, попереднє дослідження і консолідація інвестиційних ідей» передбачає первісний аналіз окремого проекту з подальшою розробкою детального обґрунтування, і здійснюється інвестиційними службами підприємств, для винесення на розгляд і затвердження вищим керівництвом компанії.

*Крок 3* «Розгляд і затвердження доцільності реалізації» здійснюється для окремого проекту. Основним органом, який приймає рішення з інвестиційної діяльності, є колегіальний орган – інвестиційний комітет підприємства. Метою даного кроку є прийняття обґрунтованого рішення за проектами, вибір до реалізації проектів, що є найбільш пріоритетними і оптимальними з точки зору бізнес-цілей. При цьому прийняття рішення здійснюється на підставі як формалізованих методів за розрахунками економічної ефективності проектів, так і неформальних експертних та управлінських методів.

*Крок 4* «Розподіл проектів за напрямками, групами і класами» – проекти, що пройшли розгляд і узгодження, поділяються на три напрямки з подальшим поділом на класи [48] рис. 1.11.



Рис. 1.11. Класифікація інвестиційних проектів

Розглянемо класифікацію інвестиційних проектів (рис. 1.11).



1. До напрямку «Стратегічні проекти», як правило, належать високопріоритетні для компанії проекти, які суттєво впливають на реалізацію технологічної стратегії. Більшою мірою до них відносяться проекти капітального будівництва, що відповідають таким критеріям одночасно:

- сума очікуваних інвестицій за проектом складає більше 10 млн. дол.;
- реалізація проекту включає в себе капітальне будівництво;
- проект має суттєвий вплив на технічну оснащеність підприємства.

2. До напрямку «Проекти поточної діяльності» відносяться:

2.1. Група «Проектів безперервних поліпшень», що містить проекти, спрямовані на підвищення ефективності поточної діяльності підприємства:

- підвищення операційної ефективності – проекти, в яких основний економічний ефект досягається за рахунок збільшення обсягів виробництва продукції та нарощування потужностей, за рахунок підвищення якості продукції, скорочення витрат виробництва;

- розвиток продуктів і ринків – проекти, спрямовані на розробку нових продуктів і розвиток нових ринків;

- продаж і дистрибуція – проекти розвитку збутової мережі;

- логістика – проекти розвитку логістичної системи підприємства.

2.2. Група «Проекти підтримки і капітальні ремонти», що містить проекти, що спрямовані на підтримку досягнутих обсягів та існуючої конфігурації виробництва шляхом:

- реконструкції – процесу відновлення устаткування і агрегатів до початкового стану;

- модернізації – зміни, поліпшення устаткування і агрегатів з метою надання їм нових властивостей і якостей;

- капітальних ремонтів – ремонтів обладнання із заздалегідь встановленим міжремонтним періодом (не менше одного року), при яких, як правило, проводиться повне розбирання агрегату, заміна та відновлення усіх зношених вузлів, деталей та інших елементів конструкції. Капітальний ремонт виконується для відновлення справності та повного (або близького до

повного) відновлення ресурсу обладнання із заміною або відновленням усіх його частин, включаючи базові.

2.3. Група «Проекти відповідності», що містить проекти, здійснення яких передбачено або впливає з вимог чинного законодавства.

3. Напрямок «Проекти функціональних витрат» передбачає витрати капітального характеру, що спрямовані на підтримку та розвиток невиробничих функцій:

3.1 «Інформаційні технології» – проекти придбання, впровадження та адаптації програмного продукту, інформаційних мереж, комунікаційних мереж та обладнання, комп'ютерного та мережевого обладнання;

3.2 «Соціальна сфера» – проекти, що спрямовані на розвиток (створення) об'єктів соціального, санітарно-побутового, виробничого призначення, поліпшення культурних, побутових умов життя працівників, і їх відпочинку, охорони здоров'я і фізичної культури, що можуть включати придбання офісних меблів та техніки, автомобілів;

3.3 «Проекти безпеки та охорони» – проекти, що спрямовані на розвиток (створення) системи забезпечення безпеки, контролю доступу, безпеки інформаційної інфраструктури.

Таким чином, на підприємстві здійснюється одночасна реалізація більше 10 комбінованих наборів проектів. Загалом, кількість проектів на одному підприємстві сягає 80-100, в комбінованому наборі проектів – від 5 до 30 і більше. Головною проблемою реалізації такої кількості проектів залишається питання їх успішної, ефективної і результативної реалізації в умовах обмежень матеріальних, фінансових, людських і часових ресурсів.

Головною ознакою віднесення проекту до тої чи іншої групи (що, по суті, являє собою портфель проектів) є їх цільова спрямованість, тобто головна бізнес-мета, на яку орієнтований проект. До уваги в даному випадку не приймається складність проекту, заходів за даним проектом, час реалізації та витрати, що пов'язані з ним.

Розподіл проектів за класами здійснюється неформальними методами: логічних висновків, експертних оцінок і методом аналогій з раніше реалізованими проектами.

*Крок 5* «Ранжирування всередині комбінованого набору проектів». В умовах кризової ситуації для металургійної галузі та недостатності коштів для фінансування усіх бажаних інвестиційних проектів і обмеження ресурсів, на підприємствах розроблена методика ранжирування проектів [33, 41]. Ранжирування здійснюється всередині однієї групи проектів. Групи розбиваються на ранги (перелік і алгоритм віднесення залежить від методики обґрунтування інвестиційного проекту). У кожному класі може бути різна кількість рангів і критеріїв ранжирування, які можуть не співвідноситися напряму між групами.

Основним і найкращим методом ранжирування є класичний метод оцінки ефективності проекту в наступній послідовності:

- усі проекти за сумою NPV;
- інвестиційні проекти з рівним NPV – за розміром PI;
- інвестиційні проекти з рівними NPV і PI – за розміром IRR;
- інвестиційні проекти з рівними NPV, PI і IRR – за розміром DPP.
- рівними приймаються значення з відхиленнями +/- 5%.

При цьому мінімальне значення цільових фінансових показників для інвестиційних проектів класу «NPV > 0» встановлюються на рівні у відповідності до таблиці 1.3.

*Таблиця 1.3*

**Розподіл фінансових показників у відповідності до рангу проекту**

Ранг	DPP, місяців	IRR,%	PI	NPV>0
1	0 – 24	> 100%	> 4.0	>0
2	24 – 48	100% - 45%	4.0 – 2.5	>0
3	48 – 72	45% - 20%	2.5 – 1.5	>0
4	>72	20% - 15%	< 1.5	>0

За проектами, які не є економічно доцільними або ефект від впровадження яких є неявним, ранжирування здійснюється двома способами:

1. Розстановкою пріоритетів на підставі оцінки ризику (табл.1.4).

Таблиця 1.4

### Ранжирування за оцінкою ризику

Ранг	Опис рангів
1	Такі, що зменшують ризик з «високого» на «низький»
2	Такі, що зменшують ризик з «високого» на «середній»
3	Такі, що зменшують ризик з «середнього» на «низький»
4	Такі, що не змінюють рівень ризику

2. Розстановкою пріоритетів на підставі показників доцільності реалізації для підприємства (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

### Ранжирування за значимістю

Ранг	Опис рангів
1	Вкрай необхідний. Відсутність фінансування призведе до катастрофічних наслідків (зупинка основного виробництва, аварії)
2	Необхідний. Відсутність фінансування призведе втрат, що перевищує обсяг необхідних інвестицій, без зупинки основного виробництва
3	Бажаний. Відсутність фінансування спричиняє фінансові втрати, виправдані у разі обмежених фінансових ресурсів
4	Бажаний. Відсутність фінансування не призведе до серйозних наслідків

Як відомо з практики, проектами класу «NPV > 0» більшою мірою є проектами стратегічного значення з великомасштабними капіталовкладеннями, термін реалізації яких складає 1 рік і більше. Решта проектів є менш витратними, і оскільки формування портфелів проектів здійснюється в рамках річного планування, то і термін їх реалізації часто не перевищує 3-9 місяців.

Виходячи з умов чинників часу і рангу, реалізація проектів у портфелях здійснюється з розподілом, що показаний на рис. 1.12.

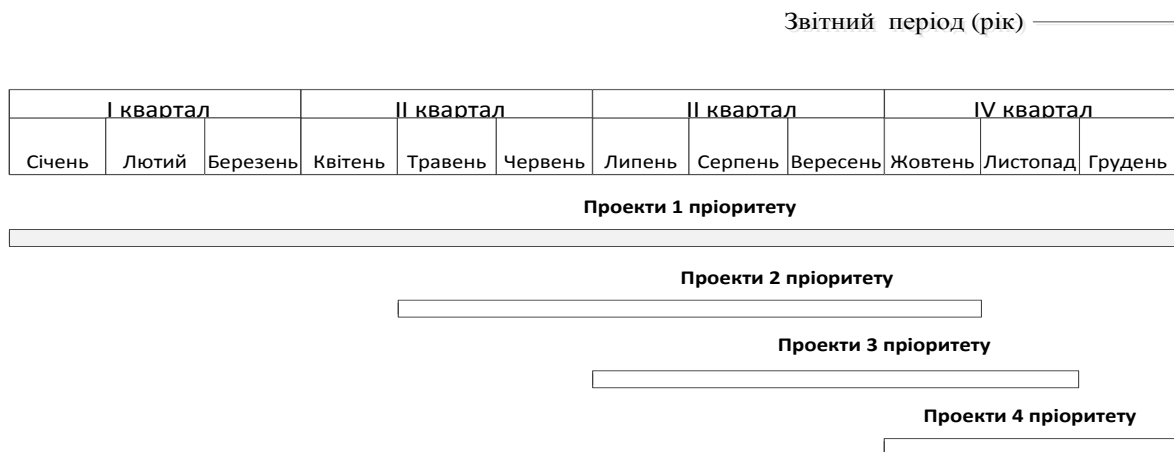


Рис. 1.12. Плановий розподіл реалізації проектів в портфелях

Статистика реалізації проектів показує, що 90% проектів 1-го пріоритету, в силу своєї масштабності, не виконуються в плановому році, а переходять на наступний рік. В результаті чого реалізуються в основному проекти 2-го і 3-го пріоритетів. Оскільки проекти 4-го пріоритету плануються до реалізації в кінці року, то у реалізації 70% таких проектів, як правило, відпадає потреба, а решта 30%, в кращому випадку, буде перенесена на наступний бюджетний рік для можливої реалізації.

*Крок 6 «Затвердження інвестиційної програми».* Процес затвердження інвестиційної програми є чисто формальною процедурою, і по суті дає тільки дозвіл на старт реалізації інвестиційної програми підприємства.

## Висновки до розділу 1

1. Аналіз стану правового регулювання в інвестиційній сфері, зокрема портфельного управління, свідчить про те, що стандарти з управління проектами, розроблені відомими професійними асоціаціями PMI, IPMA та ін., не містять прямих відповідей на всі питання управління та формулювання портфеля проектів. Національне законодавство у сфері регулювання інвестиційної діяльності, зокрема щодо програм та портфелів проектів, майже відсутнє, у зв'язку з чим потребує розвитку та подальшого вдосконалення методологія та нормативні документи з управління портфелями проектів на базі існуючих стандартів та підходів.

2. В розділі проаналізовані підходи до формування портфеля проектів: економіко-математичні (підхід на базі принципу доцільності, підхід формування бюджету капіталовкладень, підхід альтернативного вибору, підхід оптимальності) і аналітичні (розподіл завантаженості ресурсів, політичний, експертний, кібернетичний, графічний, системний, логіко-структурований, раціоналізму, інформаційний, врахування проектних залежностей), розглянуто етапи реалізації аналітичного підходу. Різноманітність розглянутих підходів при формуванні портфеля проектів свідчить про те, що формування стійкого інвестиційного портфеля здійснюється відповідно до підходів, які кожна компанія визначає для себе у відповідності зі своїми цілями і можливостями. Єдиного алгоритму для вироблення рішення не існує, оскільки в кожному конкретному випадку може превалювати своя група критеріїв. Правильне формування портфеля проектів можливо при встановленні взаємозв'язків між показниками не фінансового характеру (тобто логічного мислення, технологічних параметрів) і фінансово-економічних показників, коли останні можуть бути досягнуті за рахунок перших. Портфель проектів повинен містити різноманітні проекти: великі і невеликі, довго- та короткострокові, різні за призначенням і принципами реалізації, з високою фінансово-економічною результативністю

і витратні проекти, залежні та незалежні проекти.

3. З розглянутих підходів запропонований найбільш прийнятний комплексний і раціональний підхід, що дозволяє здійснити ретельний, багатосторонній аналіз і відбір проектів, який оптимізує при цьому склад портфеля, – системний підхід на основі методів системного аналізу з урахуванням сукупності складових елементів. Ознаки системного аналізу, що були розглянуті, дозволяють зробити висновок, що досліджуваний об'єкт – портфель проектів, може бути представлений в даному дослідженні як система, а саме дослідження відносяться до класу системних. На сьогоднішній день в теорії системного аналізу широко застосовуються методи прийняття управлінських рішень, що засновані на чітких математичних розрахунках – формалізовані методи (математичні, кількісні). Разом з кількісними методами зберігають своє значення і неформальні методи (евристичні, якісні), що базуються на вивченні досвіду, інтуїції, в тому числі на експертних оцінках. Огляд існуючих методів системного аналізу, стосовно питання формування портфеля проектів, дозволив виявити їх особливості і деякі невирішені проблеми. Зокрема показав, що існуюча в даний час методологія формування портфеля проектів далека від досконалості і не може бути охарактеризована методичною єдністю, крім того, методи є достатньо громіздкими, вузько спрямованими і суперечливими.

4. В результаті аналізу практичних методів формування інвестиційного портфеля проектів на металургійних підприємствах визначено, що формування портфелів проектів здійснюється в рамках інвестиційної програми є безперервним з одночасною реалізацією комбінованого набору проектів. Розгляд та затвердження інвестиційної програми являє собою процес затвердження окремих проектів з подальшим їх групуванням і об'єднанням. Головною ознакою віднесення проекту в ту чи іншу групу (портфель проектів, програма), є їх напрям діяльності або цільова спрямованість, тобто бізнес-мета, на яку спрямований проект. При цьому

розподіл по портфелях здійснюється неформальними методами: логічних висновків, експертних оцінок і методом аналогій. Формальні методи застосовуються виключно для ранжирування проекту всередині портфеля проектів. Проведені ранжирування проектів показали, що в межах одного портфеля проектів вибудовується черговість реалізації проектів.

Як показує практика, у більшості випадків при формуванні портфеля проектів, основна увага, як правило, приділяється питанням економічної привабливості проектів, і навпаки, питанням оптимального розподілу ресурсів та їх завантаженості при реалізації проекту увага не приділяється.

За результатами проведеного аналізу сформульовано мету та науково-практичні завдання подальшого дослідження. Основним завданням дослідження є на підставі методологічних аспектів системного аналізу, розробити модель управління інвестиційним портфелем проектів з урахуванням набору параметрів, які характеризують проект, з метою отримання цілісного та ефективно привабливого портфеля проектів.



## РОЗДІЛ 2

### МУЛЬТПАРАМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЮ ПРОЕКТІВ

#### **2.1. Модель і метод формування портфелю проектів на основі показників корисності і ризиків**

Кожен проект, що входить до складу портфеля, є об'єктом управління і володіє низкою характеристик, уточнення і формалізація яких представлена в дослідженні. Сукупність проектів організації, або портфель проектів, також є об'єктом управління і володіє такими параметрами, як прибутковість, ризик, час реалізації, необхідні ресурси і таке інше. При цьому реалізація кожного проекту впливає на хід реалізації інших проектів, що входять у портфель, і тим самим впливає на параметри всього портфеля проектів. Враховуючи безумовну значимість характеристик кожного з проектів, що входять до складу портфеля, відзначимо, що стратегічна конкурентоспроможність і розвиток організації залежить від характеристик всього портфеля проектів.

Слід зазначити, що в даний час для формування портфеля проектів розроблено множина різних підходів. Одні при виборі проектів використовують кількісні показники, інші – якісні [8, 9, 11, 17, 28, 30, 52, 62-67].

Ми запропонуємо ще один метод формування портфеля проектів – комбінований, який засновано на оцінці корисності проектів за допомогою теорії гармонізації та теорії нечітких множин.

Результати аналізу специфіки управління портфелями проектів та можливості використання відомих механізмів управління дозволяють зробити висновок, для вирішення теоретичних завдань управління портфелями проектів актуальним є наступне:

- оцінка ефективності проектів з точки зору досягнення стратегічних цілей організації;
- формування ефективного портфеля проектів;

- планування процесу реалізації портфеля проектів, у тому числі, з урахуванням можливостей оптимізації фінансових потоків;
- розподіл ресурсів організації між проектами портфеля;
- оперативне управління портфелем проектів з урахуванням мінливих зовнішніх умов і цілей організації.

Переломним моментом розвитку теорії інвестицій був вихід в 1952 р. статті Г. Марковіца, присвяченій диверсифікації ризиків. З теорії і практики управління відома необхідність диверсифікації бізнесу; вже понад півстоліття диверсифікація вважається основою фінансової стабільності підприємств. Коли мова йде про диверсифікацію бізнесу, найчастіше згадується поняття ризику. Поняття ризику є основоположним в економіці та бізнесі. При управлінні проектами аналіз ризику відіграє найважливішу роль, тому що проект – це завжди створення чогось нового, унікального, прибуткового, а прибуток завжди пов'язаний з ризиком. Аналіз співвідношення «ризик-дохідність» в явній або неявній формі присутній при прийнятті будь-якого управлінського рішення. Правильна оцінка ризику дозволяє запобігати негативні проблемні ситуації або розробляти результативні методи реакції на них.

Складніша справа з критерієм ефективності. Фактично маємо багатокритеріальну задачу прийняття рішень, в якій специфіка портфелів проектів відбивається тим, що, по-перше, не завжди керівник здатний сформулювати чітко свої уподобання, по-друге, може існувати кілька різних (розбіжних) думок щодо того, який портфель проектів вважати більш ефективним. Останній ефект обумовлений тим, що будь-яка організація є складною системою, однозначно описати цілі якої з позицій одного суб'єкта не завжди вдається. Крім того, будь-яка організація складається з множини співробітників, уяви яких про те, «що таке добре», і «що таке погано», можуть бути різними як у силу розбіжності їхніх інтересів, так і в силу відмінностей у досвіді, кваліфікації, тощо.

Методи управління портфелем проектів, засновані на базових положеннях сучасної теорії портфельних інвестицій, є ефективним інструментом досягнення стратегічних цілей організації. Їх використання передбачає аналіз співвідношення ризику і прибутковості портфеля проектів, який забезпечує формування збалансованого портфеля проектів в умовах обмеженості ресурсів.

На підставі результатів аналізу сучасної методології управління проектами, теорії управління ризиками, фінансового аналізу, сучасної теорії портфельних інвестицій виділені наступні параметри проекту, що дозволяють представити проект як вектор характеристик і, таким чином формалізувати проект як об'єкт, що входить до складу портфеля.

Нехай  $P_i$  – проект, реалізований у рамках організації і, відповідно, входить до портфелю проектів. Тоді для кожного проекту  $P_i$  доцільно використовувати характеристики, що представлені у табл. 2.1. Отже, проект  $P_i$  може бути представлений у вигляді вектору значень:

$$P_i = \{W_i, NPV_i, HR_i, T_i, U_i(w), \{Infl_{ij}\}, Obl_i, Str_i, Hrd_i, Im_i, Bp_i\}, \quad (2.1)$$

де  $W_i$  – мінімальні необхідні інвестиції в проект;

$NPV_i$  – чистий наведений дохід або Net Present Value;

$HR_i$  – ресурсоемність проекту;

$T_i$  – час реалізації проекту;

$U_i(w)$  – ризик проекту;

$\{Infl_{ij}\}$  – взаємозалежність проектів;

$Obl_i$  – «обов'язковість» проекту;

$Str_i$  – індекс відповідності стратегічним цілям організації;

$Hrd_i$  – індекс «Розвиток персоналу»;

$Im_i$  – індекс поліпшення іміджу організації;

$Bp_i$  – індекс поліпшення якості бізнес-процесів в організації.

### Основні параметри проекту

Характеристика	Опис
Мінімальні необхідні інвестиції в проект $W_i$	Показує мінімальні необхідні інвестиції в $i$ -й проект
Чистий наведений дохід або Net Present Value ( $NPV$ )	$NPV_i$ – очікуваний чистий наведений дохід від $i$ -го проекту. Очевидно, що чистий наведений дохід є випадковою величиною, оскільки залежить від ризикових подій. У якості базового значення $NPV$ розглядається передбачуваний (очікуваний) $NPV$ , отриманий з розрахунку сприятливого розвитку проекту, тобто без обліку наслідків можливих ризикових подій.
Ресурсоємність проекту $HR_i$	Найчастіше організація не може реалізовувати проект через нестачу людських ресурсів заданого рівня компетентності, що й обумовлює введення характеристики $HR_i$ або ресурсоємності $i$ -го проекту.
Час реалізації проекту $T_i$	Показує очікуваний час реалізації $i$ -го проекту
«Обов'язковість» проекту $Obl_i$	Обов'язковими називаються проекти, які необхідно включити до портфеля у зв'язку із законодавчими й нормативними вимогами або вимогами регулювальних органів (якщо $Obl_i = 1$ , проект повинен бути включений до портфеля проектів, якщо $Obl_i = 0$ , включення проекту не є обов'язковим)
Індекс відповідності стратегічним цілям організації $Str_i$	Індекс відповідності стратегічним цілям організації, який є одним із критичних факторів успіху проекту. Вимірюється в балах від 0 до 10.
Ризик проекту $U(\omega)$	Ризик проекту – це випадкова величина, що описує вплив можливих ризикових подій на результат проекту. Вимірюється в балах від 0 до 10.
Взаємозалежність проектів $\{Infl_{ij}\}$	$Infl_j = \{Infl_{ij}\}$ - вектор впливу $i$ -го проекту на $j$ -й.
Індекс «Розвиток персоналу» $Hrd$	Показник показує, наскільки приваблива реалізація проекту в компанії з погляду підвищення компетентності персоналу. Вимірюється в балах від 0 до 10.
Індекс поліпшення якості бізнес-процесів в організації $Vp_i$	Результат реалізації проектів, спрямованих на поліпшення бізнес-процесів компанії, непросто виразити у фінансових показниках, тому вплив проектів на внутрішні бізнес-процеси організації доцільно враховувати окремо. Вимірюється в балах від 0 до 10.
Індекс поліпшення іміджу організації $Im_i$	Цей показник дозволяє враховувати вплив проекту на імідж організації (вимірюється в балах від 0 до 10).

Безсумнівно, що в якості базового показника для визначення привабливості проекту можна використовувати показники  $NPV$ ,  $IRR$  та інші, що відображають економічну ефективність проекту. У той же час необхідно відзначити, що поняття проектної діяльності значно ширше ніж поняття інвестиційної діяльності, і, хоча для деяких проектів показник  $NPV$  може

бути достатнім для прийняття рішення про проект, для деяких проектів недоцільно приймати рішення тільки на основі показника *NPV* або *IRR*. У деяких проектів показник *NPV* порахувати практично неможливо, наприклад, у проектів впровадження інформаційних систем, проектів соціального напрямку. З іншого боку, проект може бути економічно привабливий, але при цьому не відповідати стратегічним цілям організації. Тому прийняття рішення про проект тільки на підстав показника *NPV* може бути не виваженим.

Для прийняття ефективних рішень про проект доцільно використовувати загальний показник, який є заходом привабливості проекту – корисність проекту  $Y(P)$ . Корисність може враховувати аспекти проектів, які неможливо виміряти за допомогою фінансових показників, і які, безсумнівно, впливають на формування портфеля проектів.

Виділимо основні фактори, що визначають корисність проекту незалежно від типу організації, в якій вони реалізуються.

- фінансовий результат вимірюється за допомогою показника *NPV*;
- розвиток персоналу вимірюється за допомогою індексу розвитку персоналу *Hrd* (в балах від нуля до десяти);
- поліпшення іміджу організації вимірюється за допомогою індексу *Im* (у балах від 0 до 10);
- поліпшення якості бізнес-процесів і, як наслідок, поліпшення якості послуг  $Bp_i$  вимірюється в балах від 0 до 10.

Функція корисності може бути представлена наступним чином:

$$Y(P_i) = F(NPV_i, Hrd_i, Im_i, Bp_i) \quad (2.2)$$

$i$  вимірюється в умовних одиницях (яку іноді називають «ютіль»). Її застосування дозволяє визначити привабливість проектів, економічна доцільність яких не може бути представлена в явному вигляді.

Значимість факторів, що визначають корисність проекту пропонується оцінювати за правилом Фішберна. Якщо систему показників проранжувати в порядку убутання їх значущості, то значущість  $k$ -го показника  $r_k$  за правилом Фішберна розраховується за формулою:

$$r_k = \frac{2(N-k+1)}{(N+1)N}, \quad (2.3)$$

де  $N$  – кількість факторів;

$i$  – ранг факторів.

Правило Фішберна відображає той факт, що про рівень значимості показників невідомо нічого, крім рангу фактору. Тоді оцінка (2.3) відповідає максимуму ентропії готівкової інформаційної невизначеності про об'єкт дослідження.

При цьому необхідно відзначити, що корисність портфеля проектів не може бути отримана шляхом додавання корисностей проектів, які входять у портфель. Це впливає із загальної теорії корисності [76, с.23]. При визначенні корисності портфеля проектів необхідно враховувати взаємозв'язок проектів, що входять у портфель, і визначати корисність портфеля, одночасно аналізуючи всі вхідні в нього проекти.

*Ризик проекту ( $U(w_i)$ ).* Для того, щоб застосувати основні підходи сучасної теорії портфельних інвестицій до галузі управління проектами, потрібна формалізація ризику проекту.

Ризики проекту характеризуються в тому числі величиною збитку, який завдає проекту реалізація тієї чи іншої ризикової події: величину збитку від настання події  $w$  можна задати у вигляді частки  $U(w)$  від розрахункового (без урахування ризиків) значення  $NPV$ . Припустимо, що вплив ризиків є мультиплікативним, тобто при реалізації ризику  $w$  і за відсутності інших ризикових подій замість розрахункового значення  $NPV$  інвестор отримує  $(1 - U(w)) * NPV$ .

Наприклад, якщо ризик  $w$  відповідає підвищенню ставки за необхідним для реалізації проекту кредитами і призводить до 30% втрат від приведенного доходу, то  $U(w) = 0,3$  і  $(1 - U(w)) = 0,7$ . Припустимі і негативні значення величини  $(1 - U(w))$ , вони відповідають ризикам, і призводять до втрат при реалізації проекту.

Таким чином, ризик проекту будемо трактувати як випадкову величину, задану на просторі елементарних ризикових подій  $\Omega$ , що характеризує вплив ризикової події на результат проекту. Випадкова величина в простому випадку визначається ймовірністю  $P(w)$  настання ризикової події і значенням  $U(w)$  відповідного збитку. Якщо реалізуються одночасно дві або більш ризикових подій, то величина сукупного збитку залежить від характеру взаємовпливу ризиків. Позначимо через  $w_{ij}$  ризик, під яким розуміють одночасну реалізацію ризиків  $w_i$  та  $w_j$ .

Розглянемо наступні варіанти взаємовпливу ризиків:

1. Ризики  $w_i$  та  $w_j$  називаються адитивними, якщо  $U(w_{ij}) = U(w_i) + U(w_j)$ . Типовий приклад такої ситуації – це перебої у поставках обладнання, матеріалів або послуг, що, що призводять до необхідності міняти контрагентів-постачальників, наслідком чого являється підвищення ціни на необхідний для реалізації проекту товар. Перебої у поставках від двох постачальників одночасно приводить до збитку, рівному сумі збитків від кожного з двох ризикових подій.

2.  $U(w_{ij}) = \alpha (U(w_i) + U(w_j))$ : при  $\alpha < 1$ , ризики  $w_i$  та  $w_j$  взаємно підсилюють один одного; при  $\alpha > 1$  взаємно ослаблюють. Велика частина ризиків належить саме до зазначеної групи. Реалізація двох і більше різнорідних ризикових подій може привести до набагато більшого збитку, ніж сума збитків від окремих ризикових подій, аж до призупинення проекту.

3. Если при наступлении двух событий  $(w_i)$  и  $(w_j)$  результат от события  $(w_i)$  делает бессмысленным учет события  $(w_j)$ , то риск  $w_i$  называется

поглощаючим по отношению к  $w_j$ , и в этом случае. Якщо при настанні двох подій  $w_i$  і  $w_j$  результат від події  $w_i$  робить безмістовним врахування результату події  $w_j$ , то ризик  $w_i$  називається поглинаючим стосовно  $w_j$  і в цьому випадку:

$$U(w_{ij}) = \max \{U(w_i), U(w_j)\}.$$

Детально дослідимо ситуацію, яка визначається наступним припущенням. В межах групи залежних ризиків ймовірність реалізації трьох і більш ризикових подій занадто мала і може покладатися рівною нулю.

Розглянемо тепер довільну (в рамках припущення 1) елементарну подію  $w^*$ . Як відзначалося раніше, реалізація будь-якого проекту супроводжується ризиковими подіями  $\{w_1, w_2, \dots, w_k\}$ .

Серед зазначених ризиків виділимо незалежні, тобто ті, реалізація яких не залежить від того, здійснюються інші можливі ризикові події чи ні. У реальних ситуаціях до таких ризиків можна віднести «зовнішні» по відношенню до змісту проекту ризики:

- ризик зміни процентних ставок;
- ризик несприятливих погодних умов та ін.

Вважаємо, що ризики мають номери  $1, \dots, K_1$ . Залежні між собою ризики об'єднаємо в групи таким чином, що ризики з різних груп можна вважати незалежними. Не обмежуючи спільності, будемо припускати, що така група залежних між собою ризиків лише вона. Наведені нижче побудови легко переносяться на випадок двох і більше зазначених груп.

Підсумовуючи сказане, маємо  $K_1$  незалежних ризикових подій  $\{w_1, w_2, \dots, w_k\}$  і групу  $\{w_{k_1+1}, w_{k_1+2}, \dots, w_k\}$  залежних між собою ризиків. Припустимо, що в групі залежних ризиків реалізується лише один ризик  $w_n (n > K_1)$ . Ймовірність такої події позначимо  $P_n$ . У цьому випадку ймовірність події  $P(w^*)$  визначається рівністю:

$$P(w^*) = P(w_1) * P(w_2) * \dots * P(w_{k_1}) * P_n. \quad (2.4)$$



Множину елементарних подій описаного виду позначимо символом  $\Omega^*$ .

У разі, коли елементарна подія  $w^{**}$  така, що в другій групі ризиків реалізуються дві залежних ризикових події  $w_k$  і  $w_m$ , ( $k, m > K_1$ ), маємо рівність:

$$P(w^{**}) = P(w_1) * P(w_2) * \dots * P(w_{K_1}) * P_{k,m}. \quad (2.5)$$

Для множини таких подій приймемо позначення  $\Omega^{**}$ . За побудовою маємо рівність:

$$\sum_{w \in \Omega} P(w) = 1. \quad (2.6)$$

У ході дослідження була визначена випадкова величина, що описує вплив можливих ризикових подій на результат проекту, яка і трактується як сукупний ризик проекту. Це дозволило проводити порівняльний аналіз проектів за критерієм ризику.

Взаємозалежність проектів  $A$  і  $B$  може бути визначено через зміну сукупних ризиків проектів при їх одночасній реалізації. Якщо сукупні ризики залишаються незмінними – проекти незалежні, якщо сукупні ризики проектів або зменшуються, або збільшуються – проекти взаємозалежні. Для того, щоб формалізувати взаємозалежність проектів, які входять у портфель, необхідно визначити матрицю ризиків взаємної реалізації проектів.

Ризик взаємної реалізації проектів  $i$  та  $j$  –  $p_{ij}$  визначається експертним шляхом і представляє собою величину, що приймає значення на відрізку  $[-1; 1]$ . При цьому, якщо  $p_{ij} = 0$ , то проекти є незалежними, якщо  $p_{ij} = 1$  – проекти, як правило, є взаємовиключними, якщо  $p_{ij} = -1$  – взаємодоповнюючими. Очевидно, що  $p_{ij}$  являє собою аналог коефіцієнта кореляції. Визначення матриці ризиків взаємовпливу проектів є необхідним для побудови адекватної моделі формування ефективних портфелів проектів, оскільки взаємний вплив проектів, що включаються в портфель, має враховуватися при визначенні ризику портфеля проектів.

Матриця  $p_{ij}$  задається експертним шляхом, що робить можливим визначення значень коваріації, і, отже, визначення ризику портфеля проектів.

Портфель проектів – це сукупність різноманітних проектів, які виконуються в інтересах однієї або декількох організацій (компаній) і, як правило, мають спільні обмеження за ресурсами. Всі проекти в рамках однієї організації можуть бути розглянуті як портфель проектів [13].

Нехай портфель складений з  $L$  проектів з номерами, що утворюють множину  $J = \{i_1, \dots, i_L\}$ . Якщо  $NPV_i$  – розрахункове значення чистого приведенного доходу  $i$ -го проекту, а  $U_i(w)$  – коефіцієнт сукупного ризику, то приведений дохід портфеля проектів є випадковою величиною і визначається за формулою:

$$NPV_i = \sum_{i \in L} U_i(w) * NPV_i \quad (2.7)$$

Тут через  $w$  знову позначено випадкова подія, яка характеризує ризики всіх проектів портфеля одночасно. Повний опис такої випадкової величини досить громіздкий, зважаючи на велике число можливих варіантів поєднань різних комбінацій ризиків. У той же час для розрахунку математичного очікування  $E[NPV_p]$  та середнього квадратичного відхилення  $\sigma[NPV_p]$  цього не потрібно. Досить визначити ймовірності спільного здійснення ризикових подій з різних проектів  $\alpha_k^i$  та  $\alpha_k^j$ , де індекси  $i$  і  $j$  позначають номери проектів, а  $k$  і  $m$  – номери ризиків у відповідних проектах. Символ  $w$  замінений на  $\alpha$ , щоб підкреслити, що в кількість розглянутих ризиків включені і складові ризики, які об'єднують два простих, вихідних ризику. Ці ймовірності позначимо символами  $P_{k,m}^{i,j}$ .

Зауважимо, що визначення зазначених ймовірностей спрощується, зважаючи великої кількості незалежних (специфічних для окремих проектів) ризиків, а також одних і тих же, притаманних усім проектам одночасно. Якщо за характеристику економічної привабливості проекту прийняти показник «корисність проекту», дохід і ризик портфеля проектів визначається аналогічним способом, що і у випадку з  $NPV$ .

У відповідності з властивостями математичного очікування маємо:

$$E[NPV_p] = \sum_{i \in J} U_i(\alpha^i) NPV_i = \sum_{i \in J} E[U_i(\alpha^i)] NPV_i \quad (2.8)$$

Величина  $E[NPV_p]$ , що обумовлена співвідношенням (2.4), трактується як очікуваний приведений дохід портфеля проектів.

Ризик портфеля проектів, відповідно до підходу теорії портфельних інвестицій, будемо трактувати як середньоквадратичне відхилення приведенного доходу портфеля проектів. Для визначення величини  $\sigma[NPV_p]$  позначимо символом  $q_j$  вектор-стовпець, компонентами якого є значення  $NPV_i$ , де  $i = \{i_1, \dots, i_L\}$ , ( $i \in J$ ). Коефіцієнти коваріації відповідних випадкових величин за умови  $i, j \in J$  визначаються рівністю:

$$\text{cov}(U_i(\alpha^i), U_j(\alpha^j)) = \sum_{k,m} P_{k,m}^{i,j} \{U_i(\alpha_k^i) - E[U_i]\} \{U_j(\alpha_m^j) - E[U_j]\}. \quad (2.9)$$

Для визначення ризику портфеля проектів з залежними проектами згадаємо формулу:

$$p_{ij} = \frac{\text{cov}(U_i(w), U_j(w))}{\sigma_i \sigma_j} \quad (2.10),$$

$$\text{де } \sigma_i = \sigma(U_i(\alpha^i)).$$

Очевидно, що тоді ризик портфеля проекту може бути представлений формулою:

$$\sigma^2 = \sum_{i,j \in J} NPV_i NPV_j \text{cov}(U_i(\alpha^i), U_j(\alpha^j)). \quad (2.11)$$

З урахуванням введених позначень маємо вираз:

$$\sigma^2[NPV_p] = q_j^T V_j q_j, \quad (2.12)$$

де  $V_j$  – матриця коваріацій для набору випадкових величин  $U_k(\alpha^k)$  з номерами  $k \in J$ , що відповідають обраному портфелю проектів.

Розвиваючи підхід Г. Марковіца, ефективним портфелем проектів будемо називати такий портфель  $P^*$ :  $J^* = \{i_1^*, \dots, i_L^*\}$ , для якого не існує припустимого портфеля  $P$ :  $J = \{i_1, \dots, i_M\}$  із властивостями:

$$E[NPV_p] \geq E[NPV_{P^*}] \quad (2.13)$$

$$\sigma[NPV_p] \leq \sigma[NPV_{P^*}] \quad (2.14)$$

де принаймні одна з нерівностей є строгою.

Останнє визначення відображує властивість непокращення ефективного портфеля.

## **2.2. Модель і методи формування ефективного портфелю інвестиційних проектів на основі використання теорії нечітких множин і теорії можливостей.**

Для формування ефективного портфеля проектів ми залучали апарат теорії ймовірності, тому що це задача в умовах невизначеності. Проте у ряді ситуацій застосування теорії ймовірностей представляється недостатньо коректним, обґрунтованим і об'єктивним. Причиною цьому є недолік наявних даних, що не дозволяє з достатнім ступенем впевненості встановити адекватність обраної для опису ситуації ймовірнісної моделі. Якщо в задачі формування портфеля інвестицій в цінні папери до послуг аналітика надаються масиви котирувань фінансових інструментів, що охоплюють місяці і роки та дозволяють використовувати статистичний аналіз у повному обсязі, то при розгляді реальних інвестицій основним, але досить обмеженим джерелом інформації про ризик є експертні оцінки. В таких умовах з'являється потреба в інших, відмінних від ймовірного, підходах до оцінки наявної невизначеності. Один з таких підходів базується на застосуванні теорії можливостей, що у свою чергу заснована на теорії нечітких множин.

Зафіксуємо довільну множину  $X$ . Нечітка множина  $A$  задається за допомогою функції приналежності  $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ . Значення  $\mu_A(x)$  – це число, що лежить між  $0$  і  $1$ , і показує ступінь приналежності елемента  $x$  нечіткій множині  $A$ .

Рівність  $\mu_A(x) = 1$  означає, що  $x$  точно належить множині  $A$ ; рівність  $\mu_A(x) = 0$  говорить про те, що  $x$  точно не належить множині  $A$ .

Так, для звичайної множини  $Y \subset X$  функція приналежності має вигляд  $\mu_Y(x) = \begin{cases} 0, & x \in Y \\ 1, & x \notin Y \end{cases}$  і приймає в якості значень тільки  $0$  і  $1$ . Нечіткі множини

відрізняються від звичайних множин тим, що припускають проміжні ступені належності, наприклад  $\mu_A(x) = 0,5$ .

Далі ми будемо припускати, що нечітка множина  $A$  *нормована*, тобто існує такий елемент  $x$ , що  $\mu_A(x) = 1$ .

Якщо  $A$  і  $B$  – дві нечітких множини, тоді функції приналежності:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \quad (2.15)$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \quad (2.16)$$

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

за визначенням задають результат операцій об'єднання  $A \cup B$ , перетину  $A \cap B$  і доповнення  $\bar{A}$  нечітких множин.

Для будь-якого числа  $\alpha$  ( $0 < \alpha \leq 1$ ) зрізом нечіткої множини  $A$  називається підмножина  $A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$ . Зріз називають *ядром* нечіткої множини  $A$ . Зауважимо, що нечітка множина однозначно відновлюється за своїми зрізами.

Коли  $X = R$  – множина дійсних чисел, говорять про нечіткі числа. Для практичних обчислень зручно працювати з нечіткими числами спеціального виду: трикутними і трапецієвидними.

Трапецієвидне число має функцію приналежності, що задається формулою:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \text{ або } x > a_4 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x < a_2 \\ 1, & a_1 \leq x < a_2 \\ \frac{a_4-x}{a_4-a_3}, & a_3 < x \leq a_4 \end{cases} \quad (2.17)$$

де  $a_1 \leq a_2 \leq a_3 \leq a_4$ .

Воно зазвичай позначається як  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ . У разі  $a_2 = a_3$  ми отримуємо трикутне число. Для трикутних чисел будемо використовувати позначення  $A = (a_1, a_2, a_4)$ .

Для того, щоб застосування теорії виявилось корисним, необхідно мати змістовну інтерпретацію нечітких множин та нечітких чисел. Нехай  $A$  – нечітке число і  $\mu_A(x)$  – її функція приналежності. Тоді значення показує

правдоподібність того, що дійсне значення величини  $A$  дорівнює  $x$ . Л. Заде [100] довів, що таке трактування невизначеності, пов'язаної з нечітким числом, не є ймовірнісною.

Виникає нова теорія, що працює з невизначеністю, яку Л. Заде назвав теорією можливостей [45, 100]. Таким чином,  $\mu_A(x)$  показує можливість того, що нечітка величина  $A$  приймає значення  $x$ .

Слід враховувати, що високий рівень можливості не означає високу ймовірність події, однак якщо подія неможлива, то вона неймовірна. Теорія можливостей більш грубо оцінює ситуацію, тому вона більш стійко працює в тих випадках, коли інформації про те, що відбувається, небагато.

У рамках теорії можливостей кожній події  $E$  зіставляється певне число  $Pos(E)$ , що знаходиться в діапазоні між 0 і 1 – можливість події. Можливість задовольняє наступній властивості [83] – для будь-яких двох подій  $E_1$  та  $E_2$ :

$$Pos(E_1 \cup E_2) = \max(Pos(E_1), Pos(E_2)), \quad (2.18)$$

$$Pos(E_1 \cap E_2) = \min(Pos(E_1), Pos(E_2)). \quad (2.19)$$

Розглянемо як приклад нечітке число  $A$  і подію  $E = \{A \in Y\}$ ,  $Y$  – деяка множина чисел. Якщо  $Y = \{y\}$  складається з однієї точки, то  $Pos(A=y) = \mu_A(y)$ . У загальному випадку можливість  $Pos(E)$  обчислюється, якщо представити  $Y$  як об'єднання точок:

$$Pos(A \in Y) = Pos\left(\bigcup_{y \in Y} \{A = y\}\right) = \max_{y \in Y} Pos(A=y) = \max_{y \in Y} \mu_A(y) \quad (2.20)$$

Таким чином, можливість події визначається можливістю найбільш сприятливого результату для даної події. Формулу (2.22) можна узагальнити на випадок, коли  $Y$  – нечітка множина з функцією приналежності  $\mu_A(y)$ :

$$Pos(A \in Y) = \min_y \max(\mu_A(y), \mu_B(y)) > \gamma \quad (2.21)$$

Теорія можливостей дає інструментарій для оцінки нечітких обмежень. Нехай  $A$  – нечітке число,  $B$  – нечітке число, яке надає деяке обмеження. Фіксуємо деякий рівень достовірності  $\gamma$ ,  $0 < \gamma < 1$ . Будемо говорити, що число  $A$  задовольняє обмеження  $B$  з рівнем достовірності  $\gamma$  [18], якщо

виконано співвідношення  $Pos(A \in B) < 1 - \gamma$ . Ця умова еквівалентно наступній рівності:

$$N_A(B) = \min \max(1 - \mu_A(y), \mu_B(y)) > \gamma \quad (2.22)$$

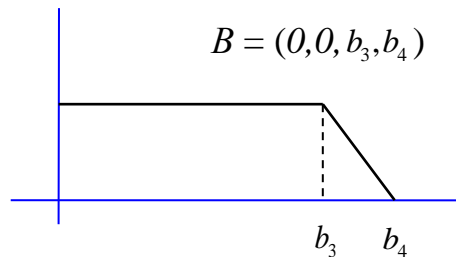


Рис. 2.1. Бюджетне обмеження

Число  $N_A(B)$  називається ступенем задоволення умові  $B$ .

Розглянемо два окремих випадки обмежень, які використовуються при вирішенні завдань формування портфеля проектів:

1)  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$  – трапецієвидне число, а  $B$  має вигляд бюджетного обмеження (рис. 2.11):  $B = (0, 0, b_3, b_4)$ , то умова  $N_A(B) \geq \gamma$  еквівалентна наступній нерівності:

$$(1 - \gamma)a_3 + \gamma a_4 \leq \gamma b_3 + (1 - \gamma)b_4 \quad (2.23)$$

Такого роду умова з'являється, наприклад, коли потрібно порівняти кількість споживаних ресурсів  $A$  з наявним обсягом ресурсів, що виділяються в межах бюджету  $B$  (рис. 2.1).

При цьому  $b_3$  є найбільш ймовірне значення бюджету, а  $b_4$  – його максимально можливе значення.

2)  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ ,  $B = (b, b, \infty, \infty)$  (рис. 2.2).

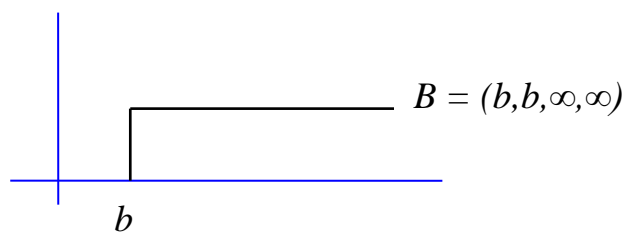


Рис. 2.2. Нечітке обмеження при оцінюванні знизу

$$\text{Тоді } N_A(B) \geq \gamma \text{ рівносильне } \gamma a_1 + (1-\gamma)a_1 \geq b \quad (2.24)$$

Виконання умови (2.24) означає, що нечітке число  $A$  оцінюється знизу (чітким) числом  $b$ . Ця оцінка нижче буде використовуватися при накладенні максимуму в сімействі нечітких чисел.

Як приклад оцінимо грошові потоки інноваційних проектів. Загально визнаними показниками, що характеризують інвестиційний проект, служать такі величини, що представлені в табл. 2.1. При обчисленні кожного з цих показників грошовий потік проекту передбачається відомим. Однак на практиці, як правило, неможливо отримати точну оцінку потоку проекту. У цьому випадку зручно використовувати нечіткі числа, параметри яких можуть бути оцінені експертами.

Нехай грошовий потік проекту задається як вибір трапецієподібних нечітких чисел  $C_t = (c_{t_1}, c_{t_2}, c_{t_3}, c_{t_4})$ ,  $t = 0, 1, 2, 3, \dots, T$ . Число  $c_{t_1}$  інтерпретується як найменш можливе значення потоку в момент часу  $t_1$ , потік ні за яких обставин не може опускатися нижче цього значення,  $c_{t_4}$  – найбільш можливе значення, а числа  $c_{t_2}, c_{t_3}$  утворюють інтервал, у межах якого, швидше за все, буде перебувати значення грошового потоку.

Досить часто для оцінки використовують трикутні нечіткі числа  $C_t = (c_{t_1}, c_{t_2} = c_{t_3}, c_{t_4})$ , при цьому число  $c_{t_1}$  є песимістичним,  $c_{t_4}$  – оптимістичним, а  $c_{t_2}$  – найбільш ймовірною оцінкою грошового потоку проекту.

Аналогічним чином дисконтування також представляється у вигляді нечіткого числа  $r = (r_1, r_2, r_3, r_4)$ .

Щоб знайти вираз для нечіткого  $NPV$ , потрібно, як і в звичайному випадку, підсумовувати нечіткі дисконтовані значення для всіх компонент грошового потоку:

$$NPV = \sum_{t=0}^T PV(C_t) \quad (2.25)$$



У свою чергу дискontоване значення  $PV(C_t)$  виходить завдяки застосуванню принципу розширення класичної формули:  $PV(C_t) = \frac{C_t}{(1+r)^t}$ . У підсумку отримуємо дискontований чистий грошовий потік в момент  $t$  [75]:

$$PV(C_t) = \left( \begin{array}{l} \left( \frac{\max(c_{t1}, 0)}{(1+r_4)^t} \right) + \left( \frac{\min(c_{t1}, 0)}{(1+r_1)^t} \right), \\ \left( \frac{\max(c_{t2}, 0)}{(1+r_3)^t} \right) + \left( \frac{\min(c_{t2}, 0)}{(1+r_2)^t} \right), \\ \left( \frac{\max(c_{t3}, 0)}{(1+r_2)^t} \right) + \left( \frac{\max(c_{t3}, 0)}{(1+r_3)^t} \right), \\ \left( \frac{\max(c_{t4}, 0)}{(1+r_1)^t} \right) + \left( \frac{\max(c_{t4}, 0)}{(1+r_4)^t} \right) \end{array} \right) \quad (2.26)$$

Підставляючи отриманий вираз в попередню формулу (2.26), можна отримати формулу для чистої поточної вартості проекту:

$$NPV = \left( \sum_{t=0}^T d_{t1}, \sum_{t=0}^T d_{t2}, \sum_{t=0}^T d_{t3}, \sum_{t=0}^T d_{t4} \right), \quad (2.27)$$

де  $PV(C_t) = (d_{t1}, d_{t2}, d_{t3}, d_{t4})$ .

Розглянемо інвестиційний проект, що має 3 фази (наприклад, наукові дослідження, запуск у виробництво та виробництво продукції). Передбачається, що інвестиційні витрати проводяться переважно на початку кожної фази, їх дискontоване значення дорівнює  $c_1, c_2, c_3$  відповідно. Нехай  $S$  позначає дискontований дохід, наведений до початку 3-ої фази проекту. Вважається, що  $c_1, c_2, c_3, S$  – нечіткі числа, отримані першою та другою фазою (рис. 2.3),  $r$  – ставка дискontування.

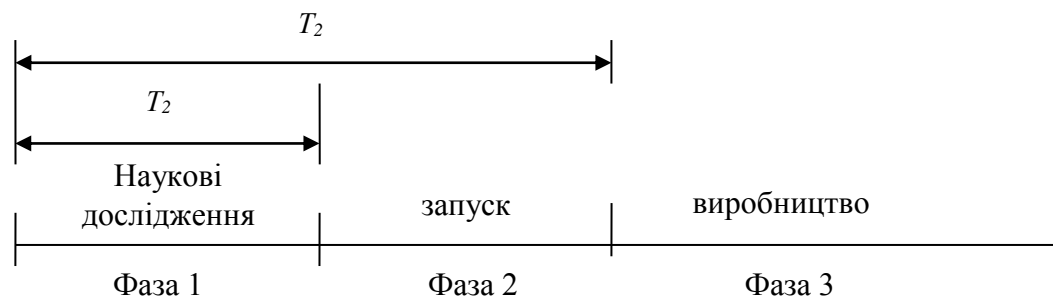


Рис. 2.3. Фази інвестиційного проекту

Оцінка ефективності проекту як нечіткого складеного опціону ґрунтується на роботах Геске [77]. Застосування методології, призводить до того, що оцінка чистої поточної вартості проекту  $NPV$  може бути отримана за формулою:

$$V = S e^{-\delta T_2} M\left(a_1, b_1; \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}\right) - C_3 e^{-r T_2} M\left(a_1, b_1; \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}\right) - C_3 e^{-r T_2} N(a_2), \quad (2.28)$$

$$\text{де: } a_1 = \frac{\ln\left[\frac{E(S)}{S^c}\right] + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right) T_1}{\sigma \sqrt{T_1}};$$

$$a_2 = a_1 - \sigma \sqrt{T_1};$$

$$b_1 = \frac{\ln\left[\frac{E(S)}{E(C_3)}\right] + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right) T_2}{\sigma \sqrt{T_2}};$$

$$b_2 = b_1 - \sigma \sqrt{T_2};$$

$$\sigma = \frac{\sqrt{\text{Var}(S)}}{E(S)} - \text{волатильність прибутковості проекту};$$

$$\delta = \frac{E(C_1)}{E(S)} - \text{дивіденд};$$

$N(a)$  – функція стандартного нормального розподілу;

$M(a, b, \rho)$  – кумулятивна функція подвійного нормального розподілу з коефіцієнтом кореляції  $\rho$  (кумулятивна функція пари стандартних нормально розподілених випадкових величин, кореляція між якими дорівнює  $\rho$ );

$S^c$  – критичне значення проекту, що є корінь рівняння:

$$S^c e^{-\delta(T_2 - T_1)} N(c_1) - E(C_3) e^{-r(T_2 - T_1)} N(c_2) - E(C_2) = 0 \quad (2.29)$$

$$\text{де } c_1 = \frac{\ln\left[\frac{S^c}{E(C_3)}\right] + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T_2 - T_1)}{\sigma \sqrt{T_2 - T_1}}, \quad c_2 = c_1 - \sigma \sqrt{T_2 - T_1}.$$

Значення  $S^c$  знаходиться наближено чисельними методами (наприклад, методом Ньютона-Рафсона).

Зауважимо, що в формулах для проведення обчислень нечіткі змінні були замінені на їх середні значення. Завдяки цьому операції над нечіткими числами зводяться лише до додавання, віднімання та множення.

Геске в [77] запропонував формулу для обчислення ціни опціону на купівлю акції, припускаючи, що акція в свою чергу є опціоном на участь в розподілу коштів, отриманих, наприклад, в момент після продажу майна підприємства при його ліквідації та виплати боргів. Виводиться формула Геске при тих же припущеннях, що і формула Блека-Шоулза, тобто вважається, що ринок досконалий і що вартість підприємства змінюється відповідно з геометричним броунівським рухом. У цих умовах вартість європейського колопціону обчислюється за формулою:

$$V = S \cdot M\left(a_1, b_1; \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}\right) - C_3 e^{-rT_2} M(a_2, b_2; \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}) - C_2 e^{-rT_1} N(a_2), \quad (2.30)$$

$$\text{де } a_1 = \frac{\ln\left[\frac{S}{S^c}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T_1}{\sigma\sqrt{T_1}}; \quad a_2 = a_1 - \sigma\sqrt{T_1}; \quad b_1 = \frac{\ln\left[\frac{S}{C_2}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T_2}{\sigma\sqrt{T_2}};$$

$$b_2 = b_1 - \sigma\sqrt{T_2};$$

$S^c$  є корінь рівняння:

$$S^c N(c_1) - C_3 e^{-r(T_2 - T_1)} N(c_2) - C_2 = 0,$$

$$\text{де } c_1 = \frac{\ln\left[\frac{S^c}{C_2}\right] + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T_2 - T_1)}{\sigma\sqrt{T_2 - T_1}}, \quad c_2 = c_1 - \sigma\sqrt{T_2 - T_1};$$

$V$  – вартість опціону;

$S$  – поточна вартість підприємства;

$C_2$  – розмір боргу, який сплачується при ліквідації підприємства;

$C_3$  – ціна виконання опціону;

$T_1$  – час виконання опціону;

$T_2$  – час ліквідації підприємства;

$r$  – безризикова ставка;

$\sigma$  – волатильність вартості підприємства.

Перліц, Песке і Шранк [94] надали формулі складних опціонів іншу інтерпретацію, розглянувши її в контексті реальних опціонів. При цьому вони отримали оцінку для вартості дослідницького проекту, що проходить 3 фази. Припустимо, що ми знаходимося в умовах, описаних на початку п. 2.3 цієї дисертаційної роботи, з тією відмінністю, що оцінки для витрат і доходу

$C_1, C_2, C_3, S$  являють собою звичайні чіткі числа. Тоді оцінка проекту здійснюється за формулою:

$$V = S e^{-\delta T_2} M\left(a_1, b_1; \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}\right) - C_3 e^{-r T_2} M(a_2, b_2; \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}) - C_2 e^{-r T_1} N(a_2), \quad (2.31)$$

$$a_1 = \frac{\ln\left[\frac{S}{S^c}\right] + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right) T_1}{\sigma \sqrt{T_1}};$$

$$a_2 = a_1 - \sigma \sqrt{T_1};$$

$$b_1 = \frac{\ln\left[\frac{S}{C_3}\right] + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right) T_2}{\sigma \sqrt{T_2}};$$

$$b_2 = b_1 - \sigma \sqrt{T_2},$$

$S^c$  – корінь рівняння:

$$S^c e^{-\delta(T_2 - T_1)} N(c_1) - E(C_3) e^{-r(T_2 - T_1)} N(c_2) - E(C_2) = 0,$$

$$c_1 = \frac{\ln\left[\frac{S^c}{C_3}\right] + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right) (T_2 - T_1)}{\sigma \sqrt{T_2 - T_1}}, \quad c_2 = c_1 - \sigma \sqrt{T_2 - T_1}.$$

$$\delta = \frac{C_1}{S} \text{ – дивіденд.}$$

Порівняння з вищевказаними формулами показує, які зміни потрібно внести при переході до нечітких оцінками витрат і доходу проекту.

Нехай маємо  $n$  проектів, з яких потрібно сформувати портфель. Кожному проекту відповідає булева змінна моделі  $x_i$  ( $i$  – номер проекту), що приймає значення 0 або 1. Вважаємо  $x_i=1$ , якщо  $i$ -й проект включений в портфель, і  $x_i=0$  – в протилежному випадку.

З кожним проектом пов'язується наступний набір показників:

$V_i$  – цінність проекту;

$C_{it}$  – витрати на  $i$ -й проект на стадії  $t$ ;

$R_{ikt}$  – кількість фахівців напряму  $j$ , необхідних  $i$ -му проекту на стадії  $t$ .

$$SI_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \text{ – й проект відповідає } j \text{ – й стратегічній цілі,} \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

$$PR_{pq} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } q \text{ – й проект пов'язаний з проектом } p \\ & \text{відношенням імплікації,} \\ & \text{тобто, якщо проект } q \text{ включаємо до портфеля,} \\ & \text{то й проект } p \text{ необхідно включити до портфеля.} \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

Показники  $V_i$ ;  $C_{it}$ ;  $R_{ikt}$  є нечіткими числами. Вважається, що проекти, включені в портфель, синхронно проходять всі стадії. Наступні показники описують кількість ресурсів, які виділені для даного портфеля. Вони також задаються у вигляді нечітких чисел:

$B_t$  – бюджет портфеля на стадії  $t$ ;

$R_{kt}$  – кількість фахівців напряму  $j$ , доступних на стадії  $t$ ;

$S_j^U$  – максимальний сукупний бюджет, який можна витратити на досягнення стратегічної мети  $j$ ;

$S_j^L$  – мінімальний сукупний бюджет, який необхідно витратити на досягнення стратегічної мети  $j$ .

Модель формування портфеля проектів представляється як нечітка задача цілочисельного лінійного програмування :

$$\sum_{i=1}^n V_i x_i \rightarrow \max \quad (2.32)$$

$$\sum_{i=1}^n C_{it} x_i \leq B_t \quad \forall t,$$

$$\sum_{i=1}^n R_{ikt} x_i \leq R_{kt} \quad \forall k, t,$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T RI_{ij} C_{it} x_i \leq S_j^U \quad \forall j$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T RI_{ij} C_{it} x_i \geq S_j^L \quad \forall j$$

$$PR_{pq} (x_q - x_p) \leq 0 \quad \forall p, q,$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall i.$$

Таким чином, цільовою функцією моделі є сукупна цінність портфеля проектів. Модель містить нечіткі обмеження трьох видів: бюджетні обмеження, обмеження на людські ресурси та стратегічні обмеження. Стратегічні обмеження показують, яка пропорція між стратегічними цілями повинна дотримуватися при розподілі фінансових ресурсів портфеля. Єдине

чітке обмеження, засноване на використанні логічної операції імплікації, гарантує включення в портфель разом з обраним проектом всіх проектів, від яких він залежить.

Зауважимо, що модель сформульована не в повному обсязі (тобто нечітко), оскільки не вказано, як можна порівнювати між собою нечіткі числа при перевірці обмежень моделі і як встановлювати оптимальність портфеля проектів. Одним з можливих шляхів вирішення даної проблеми є використання ступеня задоволення умові, наведеної в попередньому розділі.

Фіксуємо рівні достовірності  $\lambda_B, \lambda_R, \lambda_S, \gamma$  для обмежень на бюджет, персонал, стратегії і для цільової функції відповідно. Розглянемо наступну систему відносин:

$$v \rightarrow \max \quad (2.33)$$

$$N_{\sum V_i x_i} (v, v, \infty, \infty) \geq \gamma,$$

$$N_{\sum C_{it} x_i} (B_t) \geq \lambda_B \quad \forall t,$$

$$N_{\sum R_{ikt} x_i} (R_{kt}) \geq \lambda_R \quad \forall k, t,$$

$$N_{\sum S_{ij} C_{it} x_i} (S_j^U) \geq \lambda_S \quad \forall j,$$

$$N_{-\sum S_{ij} C_{it} x_i} (-S_j^L) \geq \lambda_S \quad \forall j,$$

$$PR_{pq} (x_q - x_p) \leq 0 \quad \forall p, q,$$

$$x_i \in \{0, 1\} \quad \forall i.$$

Якщо все нечіткі числа, що входять в модель, є трапецієвидними, то ми маємо задачу (чіткого) цілочисельного лінійного програмування, для вирішення якої можна використовувати стандартні методи.

Рівні достовірності  $\lambda_B, \lambda_R, \lambda_S$  задають жорсткість обмежень та взагалі можуть впливати на зміст портфеля. Показник  $\gamma$  визначає вид цільової функції і також впливає на склад портфеля і його оцінку.

## Висновки до розділу 2

На підставі отриманих результатів можна зробити наступні висновки:

1. Запропоновано модель основних параметрів проекту. Зазначено, що оскільки для деяких проектів визначення економічної привабливості в явному вигляді не представляється можливим (через *NPV*), доцільно використовувати більш широкий показник «корисність проекту». Виділено основні фактори, що визначають корисність проекту: фінансовий результат; розвиток персоналу; поліпшення іміджу організації; поліпшення якості бізнес-процесів і, як наслідок, поліпшення якості послуг. Значимість факторів, що визначають корисність проекту пропонується оцінювати за правилом Фішберна.

2. Для ефективного управління портфелем проектів необхідно проводити аналіз ризиків. Визначено матрицю ризиків взаємної реалізації проектів, яка необхідна для побудови адекватної моделі формування ефективних портфелів проектів, оскільки взаємний вплив проектів, що включаються в портфель, має враховуватися при визначенні ризику портфеля проектів. Матриця задається експертним шляхом, що робить можливим визначення значень коваріації, і, отже, визначення сукупного ризику портфеля проектів. Таким чином, удосконалено математичну модель оцінки ризиків портфелю, яка відрізняється від існуючих, використанням ймовірнісних характеристик і нечітких множин параметрів інвестиційних проектів.

3. Отримали подальший розвиток методичні аспекти застосування теорії можливостей при формуванні портфелю проектів. Розглянуто нечіткі обмеження (бюджет, людські ресурси, стратегічні обмеження), які використовуються при вирішенні завдань формування портфеля проектів. Стратегічні обмеження показують, яка пропорція між стратегічними цілями повинна дотримуватися при розподілі фінансових ресурсів портфеля. Єдине чітке обмеження, засноване на використанні логічної операції імплікації,

гарантує включення в портфель разом з обраним проектом всіх проектів, від яких він залежить.

4. Модель формування портфеля проектів представлено як нечітку задачу цілочисельного лінійного програмування. Цільовою функцією моделі є сукупна корисність портфеля проектів. Проведене моделювання і визначені показники дисконтованого чистого грошового потоку для проектів портфелю, в результаті якого сформовано ефективний портфель проектів.



## РОЗДІЛ 3

### МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЕМ

#### **3.1 Формалізація моделі гармонізації для портфеля інвестиційних проектів.**

Оцінювання будь-якої інвестиційної пропозиції завжди передбачає отримання відповіді на запитання: чи здатні майбутні вигоди оправдати нинішні витрати? Теорія фінансово-економічного аналізу ґрунтується на використанні певної системи аналітичних методів та показників, які в сукупності дають змогу дійти достатньо надійного та об'єктивного висновку.

Для оцінки ефективності портфеля інвестиційних проектів застосовуються дві групи методів – формальні та неформальні. Формальні методи передбачають використання математичного апарату для розрахунку показників ефективності, неформальні – евристичних підходів. Ефективність портфеля характеризується системою показників, які виражають співвідношення вигід і витрат проектів з погляду його учасників.

В останні роки в науковій літературі широко обговорюються проблеми, пов'язані з розробкою різних концепцій якості. Однак багато публікацій торкаються, здебільшого, питань контролю якості, що зазвичай застосовується у виробництві товарів та послуг. Власне кажучи, якісні методики, що існують, включаючи розроблену теорію корисності, не завжди можуть бути пристосовані до технічних й організаційних систем, які фактично моделюють і контролюють процес функціонування підприємства: всі ці моделі обмежені ситуаційним рішенням винятково конкурентних проблем ринку.

Таким чином, існуюча теорія корисності зосереджена більше на аналізі конкурентної якості кінцевих продуктів організаційних систем, а не на розгляді питань якості функціонування систем, тобто організації систем у їхній цілісності. Це може привести до значних фінансових втрат, наприклад,

коли для досягнення стратегічних цілей підприємства проект або навіть портфель проектів організовано не професійно.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що існуюча теорія корисності не може бути використана в якості методики визначення якості системи. Для рішення цієї задачі маємо розглянути складну організаційну систему – підприємство металургійної галузі, що працює під впливом випадкових подій. Така система звичайно містить безліч кількісних і якісних атрибутів, характеристик і параметрів, які надають системі можливість функціонувати. Виникає проблема у визначенні загальної (звичайно кількісної) цінності, яка охоплює всі основні параметри системи й може бути розцінена як якісна оцінка системи – корисність системи.

У даному розділі ми спробуємо, по-перше, формалізувати мультипараметричну модель гармонізації для максимізації корисності портфеля з метою управління загальною якістю функціонування системи, і, по-друге, удосконалити розроблену методику гармонізації для оцінки корисності, наприклад, проекту стохастичної мережі.

Для цього пропонуємо взяти до уваги основні параметри, які фактично формують корисність системи – обґрунтованість (законність), надійність (вірогідність), гнучкість, вартість, чутливість, передбачуваність (своєчасність), і таке інше.

Розподілимо основні параметри на дві підмножини:

– незалежні параметри, де для кожного параметра його важливість можна задати заздалегідь і змінити незалежно від важливості інших параметрів;

– залежні параметри, важливість яких може не залежати однозначно від важливості незалежних параметрів.

Рішення проблеми гармонізації виконаємо в кілька етапів. На першому етапі визначимо алгоритм пильного вивчення для дослідження всіх можливих комбінацій незалежних основних значень. Отримані значення незалежних параметрів використовуються як вихідні значення на другому

етапі, де для кожного залежного параметра вирішується задача часткової допоміжної оптимізації з метою підвищення корисності системи, наскільки це можливо. Рішення цього етапу відбувається завдяки винятковій залежності значення, що оптимізується, від будь-якої комбінації незалежних початкових параметрів.

На наступному етапі значення корисності системи розраховується за допомогою значень основних параметрів, отриманих на попередніх етапах, з наступним пошуком екстремуму для того, щоб визначити оптимальну комбінацію значень усіх основних параметрів для досягнення максимуму корисності системи.

Перш ніж будувати модель і робити розрахунки, визначимося з категоріальним апаратом.

Розглянемо складну організаційну систему, яка функціонує під впливом зовнішнього впливу інших систем. Така система звичайно містить безліч кількісних і якісних атрибутів, характеристик і параметрів, які дозволяють їй функціонувати. Виникає проблема у визначенні загального (звичайно кількісного) значення, яке охоплює найважливіші параметри системи й може розцінюватися як якісна оцінка системи, а саме - корисність системи.

Розглянемо кілька визначень.

1. Назвемо моделлю системи  $M_s$  формалізований опис структури системи і її функціонування. Звичайно  $M_s$  представляє логічні зв'язки між елементами системи, правилами прийняття рішень, різні випадкові параметри тощо. Різні  $M_s$  застосовуються для систем управління проектами, наприклад PERT-COST моделі, моделі діаграми GANTT, моделі CPM (cost per mille – ціна за тисячу показів – у рекламі), моделі GERT (Graphical Evaluation and Review Technique – метод графічної оцінки й аналізу) тощо. Мережні моделі PERT-COST, які широко використовуються в управлінні проектами, у нашій роботі використовуються як  $M_s$ . Така мережна модель фактично є моделлю графічної симуляції, що містить заходи з випадковою тривалістю. P.D.F. (probability density functions – функція питомої ваги

ймовірності) тривалості кожного виду діяльності параметрично залежить від бюджетної вартості, призначеної для цієї діяльності. Звичайно  $M_s$  включає всі основні параметри (див. нижче), які мають вплив на корисність системи.

2. Назвемо кількісний параметр вводу в систему основним параметром за умови, що зміни цього параметру приведуть до змін корисності системи. Відзначимо, що обмеження для будь-якого основного параметра  $\epsilon$ , фактично, найгіршим припустимим значенням, яке може бути досягнуто в системі. набір основних параметрів, разом з відповідними обмеженнями, вже задані ззовні.

3. Назвемо корисність системи, яка відповідає заданим обмеженням для всіх основних параметрів, базовою значимістю. Надалі позначимо базову корисність  $U_0$ , значення якої вже задано (ззовні).

4. Назвемо напрямок зміни значень базових параметрів, які приведуть до підвищення корисності системи, позитивним напрямком, і навпаки. Назвемо зміну корисності системи, викликане зміною параметра на одиницю його значення в позитивному напрямку локальною параметричною корисністю. Будемо позначати додаткову локальну параметричну корисність для  $k$ -го основного параметра як  $\alpha_k > 0$ . Значення параметричної корисності також вже задане (ззовні). Також позначимо задані значення обмежень для кожного  $k$ -го основного параметра  $R_k$ ,  $1 \leq k \leq n$  за  $R_{k0}$  відповідно.

5. Відзначимо, що для рішення проблеми гармонізації нам необхідно визначити для кожного  $k$ -го основного параметра його незмінне найкраще значення. Позначимо такі значення, які теж задані (ззовні) відповідно як  $R_{k0}$ .

6. Назвемо основні параметри системи  $n_1$ , які можуть бути задані незалежно один від одного, незалежними основними параметрами.

7. Назвемо інші основні параметри системи  $n_2 = n - n_1$  залежними основними параметрами. Таким чином, основні параметри можуть бути підрозділені на дві групи: незалежні та залежні. Останні не залежать винятково від заданих значень незалежних параметрів. Більш того, комбінація незалежних параметрів може відповідати численним різним

значенням (іноді нескінченній множини) певного залежного параметра. Якщо, наприклад, мережний проект PERT-COST із портфеля іноваційних проектів виконується під впливом випадкових порушень, установка значення вартості (призначеної для проекту) і тимчасового значення (у вигляді визначеного строку для проекту) не визначається винятково значенням надійності (вірогідності) проекту, тобто ймовірності закінчити роботу у призначений строк. Це тому, що значення бюджету  $C$ , призначеного для портфеля, повинно бути завчасно перерозподілено між заходами проектів для того, щоб почати здійснення останнього. Кожний перерозподіл бюджету веде до певної вірогідності або надійності проектів, і, відповідно, різним реальним (але не оптимальним!) перерозподілам, що відповідають різним неоптимальним значенням вірогідності (надійності). Однак, для тих же заданих незалежних основних параметрів – значень вартості й часу – можливо максимізувати вірогідність портфеля інвестиційних проектів за допомогою оптимального перерозподілу бюджету між проектами.

8. Назвемо частковою проблемою гармонізації проблему оптимізації (аналітичну, моделюючу, евристичну), яка на основі заданих незалежних основних параметрів надає оптимального значення залежному основному параметру  $R_j$  для того, щоб максимізувати умовну корисність системи. Таким чином, РНМ дає можливість виняткової залежності параметра від аргументу.

9. Ми пропонуємо визначати корисність системи за формулою:

$$U = \sum_{i=1}^{n_1} \alpha_i^{(ind)} \cdot R_i^{(ind)} + \sum_{j=1}^{n_2} \beta_j^{(dep)} \cdot R_j^{(dep)}, \quad (3.1)$$

$$1 \leq i \leq n_1, 1 \leq j \leq n_2 = n - n_1$$

де  $R_1^{(ind)}, \dots, R_{n_1}^{(ind)}$  – незалежні основні параметри.

$R_1^{(dep)}, \dots, R_{n_2}^{(dep)}$  – залежні основні параметри.

Позначимо виразом  $PHM_j \{ \vec{R}_i^{(ind)} \} = R_j^{(dep)}, 1 \leq PHM$  модель часткової гармонізації, і, в остаточному підсумку, отримаємо:

$$U = \sum_{i=1}^{n_1} \alpha_i^{(ind)} \cdot R_i^{(ind)} + \sum_{j=1}^{n_2} \beta_j^{(dep)} \cdot PNM_j \{ \bar{R}_i^{(ind)} \} \quad (3.2)$$

Значення  $U$  може містити в собі як аналітичну  $PNM_j$ , так і  $PNM_j$ , засновану на моделюванні. У деяких випадках значення  $PNM_j$  може ґрунтуватися на суб'єктивному прийнятті рішень.

Постановка задачі – визначити оптимальні значення  $R_k$ ,  $1 \leq k \leq n$ , для максимізації корисності системи:

$$\text{Max } U_{\{R_k\}} = U_0 + \sum_{k=1}^n \alpha_k \times |R_k - R_{k0}| \quad (3.3)$$

за умови

$$\text{Min } R_k \leq R_x \{ R_{k0}, R_{k00} \}. \quad (3.4)$$

Оскільки  $U_0$  залишається незмінним, ціль може бути спрощена в такий спосіб:

$$\text{Max } U_{\{R_k\}} = U_0 + \sum_{k=1}^n \{ \alpha_k \times |R_k - R_{k0}| \} \quad (3.5)$$

за умови (3.4).

Задачі (3.3-3.5) є складною проблемою оптимізації, яка звичайно не передбачає аналітичної оцінки.

### **3.2 Розробка моделі оцінки ефективності портфеля інвестиційних проектів на основі теорії гармонізації**

Проаналізуємо проблему загальної гармонізації більш детально. Оскільки незалежні основні параметри  $R_i^{(ind)}$  служать у якості вхідних значень, які можуть бути оптимізовані за допомогою пошукового алгоритму, рішення завдання гармонізації як такий припускає комбінацію двох наступних завдань:

- Визначити оптимальну комбінацію значень основних незалежних параметрів  $\{R_i^{(ind)(opt)}\}$  за допомогою алгоритму перегляду, який перевіряє виконання кожної можливої комбінації;
  - Розв'язати всі задачі часткової гармонізації за допомогою  $PNM_j \{R_i^{(ind)}\}$ ;
  - Полегшити пошук екстремуму для того, щоб максимізувати значення корисності (3.2).

Справедливе твердження, що оптимальні значення  $R_k^{(opt)}, 1 \leq Rn$  у задачі (3.4-3.5) задовольняють умові:

$$\{R\} \equiv \{R_i^{(ind)(opt)}\} \cup PNM_j \{R_i^{(ind)(opt)}\}. \quad (3.6)$$

Для доказу цього припустимо, що  $\{R_k^{(opt)}\}$  не задовольняє (3.6), тобто існує комбінація:

$$\{R'_k\} \equiv \{R_i^{(ind)'}\} \cup \{R_j^{(dep)'}\}, \quad (3.7)$$

яка задовольняє (3.5) і не відповідає (3.6). Відзначимо, по-перше, що це співвідношення:

$$\{R_j^{(dep)'}\} \equiv PNM_j \{R_i^{(ind)'}\}, \quad (3.8)$$

витримано, інакше в комбінації  $\{R_k\}$  можна було зробити заміну  $R_j^{(dep)'}$  на  $PNM_j \{R_i^{(ind)'}\}$ . Це, в свою чергу, суперечить співвідношенню (3.5).

По-друге, відношення:

$$\{R_i^{(ind)'}\} \equiv \{R_i^{(ind)(opt)}\} \quad (3.9)$$

також витримано, оскільки значення  $\{R_i^{(ind)(opt)}\}$  можуть бути отримані за допомогою оптимального алгоритму перегляду, який перевіряє всі можливі комбінації  $\{R_i^{(ind)}\}$ , включаючи  $\{R_i^{(ind)'}\}$ .

Таким чином, наше припущення доводить помилковість, і комбінації (3.6) і (3.7) повністю збігаються.

Доведене уможлиблює рішення задач (3.4-3.5) за допомогою послідовного рішення першої й другої задачі. Однак, якщо через велику кількість можливих комбінацій  $\{R_i^{(ind)}\}$  рішення обох задач на основі перегляду вимагає багато обчислювального часу, ми пропонуємо спрощений евристичний алгоритм, який наведемо нижче.

Оскільки практично більшість моделей часткової гармонізації  $PNM_j$  для організаційних систем ускладнені нелінійними функціями незалежних параметрів  $\{R_i^{(ind)}\}$ , які визначають оптимальну корисність системи, тоді це веде до застосування теорії спонтанної оптимізації для нелінійних задач. Як підкреслено в [87], найбільш ефективні й широко відомі методи максимізації нелінійних функцій з декількома змінними, наприклад, градієнтний метод, метод Ньютона, метод сполучених напрямків тощо, не можуть бути виконані без визначення градієнтного вектору для кожного пошукового кроку. Однак рішення градієнтного рівняння для задачі часткової гармонізації, яке засновано на симуляційних моделях, що включають стохастичку, звичайно веде до даремних обчислювальних зусиль.

Таким чином, зрозуміло те, що можна застосовувати більш спрощені алгоритми. Згідно із загальними рекомендаціями, ми замінили точний алгоритм перегляду (рішення першої задачі) циклічним рівним пошуковим алгоритмом, тим самим удосконалили алгоритм. Останній циклічно оптимізує нелінійну функцію незалежних параметрів у відношенні рівних змінних. Циклічний рівний алгоритм застосовується в багатьох задачах управління виробництвом і проектами [71, 83, 85, 89].

Мультипараметрична модель гармонізації наступна: визначити оптимальні параметри, які не суперечать проектам портфеля  $C^{(opt)}, D^{(opt)}$  і  $R^{(opt)}$ , та дають максимальну корисність портфеля.

$$\text{Max}_{\{C, D, R\}} U(G) = \text{Max}_{\{C, D, R\}} \{U_0 + \alpha_C(C_0 - C) + \alpha_D(D_0 - D) + \alpha_R(R - R_0)\} \quad (3.10)$$

за умов:



$$C_{00} \leq C^{(opt)} \leq C_0 \quad (3.1)$$

1)

$$D_{00} \leq D^{(opt)} \leq D_0 \quad (3.1)$$

2)

$$R_{00} \geq R^{(opt)} \geq R_0 \quad (3.1)$$

3)

Відзначимо, що, оскільки базова корисність  $U_0$  є постійною величиною, яка залишається незмінною, її можна вилучити й, таким чином, модель гармонізації матиме такий вигляд:

$$\text{Max}_{\{C, D, R\}} U(G) = \text{Max}_{\{C, D, R\}} \{\alpha_C(C_0 - C) + \alpha_D(D_0 - D) + \alpha_R(R - R_0)\} \quad (3.1)$$

4)

за умов (3.17-3.19). Значення  $C, D$  і  $R$  називаються несуперечними, якщо бюджет  $C$  може бути переасигнований між заходами проекту відповідно:

$$\text{Pr} \{T(G)_{c_{ij}} \leq D\} = R \quad (3.1)$$

5)

за умови

$$\sum_{(i,j)} c_{ij} = C. \quad (3.1)$$

6)

*Дослідження моделі.* Рішення задач (3.13-3.16) можна виконати шляхом рішення двох послідовних задач, а саме: визначити оптимальне значення бюджету  $C$  і оптимальний встановлений строк  $D$  (*Підзадача 1*) та виконати РНМ (*Підзадача 2*).

*Підзадача 1* присвячена визначенню оптимальної пари  $(C^{(opt)}, D^{(opt)})$  шляхом роботи алгоритму перегляду, який перевіряє виконання кожної можливої комбінації  $(C, D)$ .

*Підзадача 2.* Якщо кількість комбінацій досить велика й, прийнявши до уваги, що кожна комбінація вимагає рішення РНМ, рішення обох задач на основі алгоритму перегляду вимагає багато обчислювального часу.

Щоб уникнути цієї перешкоди, ми пропонуємо дворівневий високошвидкісний наближений алгоритм. На верхньому рівні у

двовимірному просторі повинна бути виконана процедура спрощеного евристичного пошуку, наприклад, циклічний рівнозначний алгоритм пошуку (ЦРАП) [71, 87] для того, щоб визначити оптимальну комбінацію  $(C, D)$ . На нижньому рівні повинна бути застосована евристична високошвидкісна процедура для оптимізації моделі часткової гармонізації  $PHM/C,D$  з незалежними початковими значеннями  $C$  і  $D$ . Таким чином, ми заміняємо (3.16) на

$$\text{Max}_{C,D} \left\{ CCSA\{C,D\} \cup PHM/C,D \Rightarrow U(C,D,R) \right\}, \quad (3.17)$$

де  $U$  підтримує уніфіковану ознаку.

*Модель часткової гармонізації.* Як відзначено раніше, параметри  $C$  і  $D$  є початковими значеннями  $PHM$  і значення  $c_{ij \min}$ ,  $c_{ij \max}$ ,  $A_{ij}$  і  $B_{ij}$ ,  $(i,j) \in G(N,A)$ . Задача полягає в тому, щоб визначити оптимальні значення реасигнованого бюджету  $c_{ij}$  для кожного заходу  $(i,j) \in G(N,A)$  для максимізації умовної імовірності проекту, тобто

$$\text{Max}_{\{c_{ij}\}} \sum_{(i,j)} c_{ij=c} \left[ Pr \left\{ T(G_{c_{ij}}) \leq D \right\} \right] \quad (3.18)$$

за умов

$$c_{ij \min} \leq c_{ij} \leq c_{ij \max}, \quad (3.19)$$

$$\sum_{(i,j) \in G(N,A)} c_{ij} = C. \quad (3.20)$$

Модель (3.18-3.20) описана в публікаціях [71, 74, 83-85, 100].

Відповідний алгоритм можна легко запрограмувати для ПК.

Модель гармонізації для управління стохастичними мережними проектами. У випадку, коли портфель інвестиційних проектів  $G(N,A)$  представлений у формалізованій формі й проекти  $(i,j) \in G(N,A)$  не стосуються яких-небудь прикладних визначень і мають абстрактне значення,

ми пропонуємо використовувати моделювання гармонізації як планування й метод контролю портфеля і проектів. Нагадаємо, що застосування моделювання гармонізації для обговорюваного портфеля веде до оптимального перерозподілу бюджету між проектами портфеля.

### 3.3 Принципи відбору і пріоритетності проектів у портфель

Приведемо опис PERT-COST (техніка оцінки виконання й аналізу вартості) портфеля проектів в загальному вигляді.

PERT – це спосіб аналізу завдань, необхідних для виконання проекту. Особливо, аналізу часу, який потрібно для виконання кожного окремого завдання, а також визначення мінімального необхідного часу для виконання всього портфеля.

Program (Project) Evaluation and Review Technique (скорочено PERT) – техніка оцінки й аналізу програм (проектів), яка використовується при управлінні проектами. PERT була розроблена головним чином для спрощення планування на папері й складання графіків великих і складних проектів. PERT призначена для дуже масштабних, одноразових, складних, не рутинних проектів. Техніка мала на увазі наявність невизначеності, даючи можливість розробити робочий графік проекту без точного знання деталей і необхідного часу для всіх його складових.

Самою популярною частиною PERT є «метод критичного шляху», що спирається на побудову мережевого графіку (мережевої діаграми PERT).

PERT-COST портфеля  $G(N,A)$  [46, 71, 74, 83, 84] характеризується наступними параметрами:

- бюджет  $C$ , асигнований на портфель проектів, який повинен бути перерозподілений між проектами;
- зважений строк завершення проектів портфеля –  $D$ ;
- вірогідність портфеля  $R$ , тобто ймовірність досягнення визначеного строку вчасно за умови передбаченого бюджету  $C$ .

Можна припустити, що для тривалості кожного проекту його питома вага параметрично залежить від бюджету, який передбачений на цей проект.

З низки досліджень PERT-COST [69, 70, 72, 73, 79-81, 86, 88, 90-93, 98, 99] можна зробити висновок, що для більшості проектів, що входять у портфель інвестиційних проектів, їх випадкова тривалість  $t_{ij}$  близька й обернено пропорційна бюджету  $c_{ij}$ , який виділений на цей проект.

Таким чином, можна розглянути три різні розподіли:

- припустимо, що випадкова тривалість проекту має бета-розподіл з P.D.F. (probability density functions – ймовірна питома вага функцій) як показано нижче:

$$p_{ij}(t) = \frac{12}{(b_{ij}-a_{ij})} (pa_{ij})(b_{ij}-t)^2, \quad (3.21)$$

де  $b_{ij} = \frac{B_{ij}}{c_{ij}}$  і  $a_{ij} = \frac{A_{ij}}{c_{ij}}$ ,  $A_{ij}$  і  $B_{ij}$  задані константи для кожного проекту  $(i,j)$ , що вводиться в PERT-COST мережної моделі.

- Припустимо, що випадкова тривалість проекту має нормальний розподіл з P.D.F.  $N(a, \sigma^2)$

$$p_{ij}(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{2(x-a)}{2\sigma^2}} p, \quad (3.22)$$

де середнє значення  $a$  і відхилення  $\sigma^2$  обчислюються за формулами:

$$a = 0.5 \frac{A_{ij}+B_{ij}}{c_{ij}}, \sigma = \frac{B_{ij}-A_{ij}}{6c_{ij}}. \quad (3.23)$$

- Припустимо, що випадкова тривалість проекту розподілена рівномірно в інтервалі  $\left(\frac{A_{ij}}{c_{ij}}, \frac{B_{ij}}{c_{ij}}\right)$ , з P.D.F.

$$\frac{c_{ij}}{B_{ij}-A_{ij}} = \frac{1}{b_{ij}-a_{ij}}. \quad (3.24)$$

Дослідимо усі ці три випадки.

У модель повинні бути введені наступні обмеження:

- $C \leq C_0$ , де  $C_0$  – максимально припустимий бюджет, який передбачений для портфеля проектів;
- $D \leq D_0$ , де  $D_0$  – максимально припустима тривалість, яка може бути прийнята для управління портфелем;

- $R \geq R_0$ , де  $R_0$  – мінімально припустима вірогідність досягнення строку закінчення робіт вчасно, тобто мінімальна ймовірність завершення всіх проектів до визначеного строку.

Крім цих найменших припустимих заданих значень  $C_0$ ,  $D_0$  і  $R_0$  можна визначити найкраще задане можливе відповідне значення – мінімальний бюджет  $C_{00}$ , передбачений для портфеля проектів, самий ранній визначений строк  $D_{00}$  (немає необхідності завершувати проекти до  $D_{00}$ ) і максимальне значення вірогідності  $R_{00}$  (звичайно  $R_{00} = 1$ ). Зрозуміло, що будь-які значення портфеля  $C, D$  і  $R$  задовольняють системі:

$$\begin{cases} C_{00} \leq C \leq C_0 \\ D_{00} \leq D \leq D_0 \\ R_0 \leq R \leq R_{00} \end{cases} \quad (3.25)$$

Використовуючи загальні відносини (3.1-3.5) і (3.25) для випадку PERT-COST проектів ми пропонуємо оцінювати корисність портфеля проектів за формулою:

$$U = \alpha_C [C_0 - C] + \alpha_D [D_0 - D] + \alpha_R [R - R_0], \quad (3.26)$$

де  $C_0$ ,  $D_0$  і  $R_0$  – значення мінімально припустимого бюджету, визначених строку й вірогідності, які можуть бути застосовані в PERT-COST портфелях проектів;  $C, D$  і  $R$  – відповідні поточні значення проектів, що розглядаються.

Лінійні коефіцієнти  $\alpha_C$ ,  $\alpha_D$  і  $\alpha_R$  визначають додаткові часткові корисності, які здобуває проект шляхом удосконалювання його відповідних параметрів за одиничним значенням. Відзначимо, що параметри  $C$  і  $D$  незалежні, і вони можуть бути задані завчасно незалежно один від одного, у той час як параметр  $R$  практично визначається значеннями  $C$  і  $D$  і, таким чином, є залежним.

Модель на випадок PERT-COST мережевого проекту, що належить до інвестиційного портфеля проектів, з відповідною моделлю гармонізації може бути представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

### Модель системи і PNM систем управління проектами

Модель системи	Параметри		Моделі часткової гармонізації
	не залежні	залежні	
<p><math>G(N, A)</math>-PERT-COST портфель проектів <math>(i, j)</math>–проекти, <math>(i, j) \subset i \subset G(N, A)</math>;  <math>c_{ij}</math>- бюджет, призначений для <math>(i, j)</math>,  <math>c_{ij \min}, c_{ij \max}</math> – нижня і верхня межі <math>c_{ij}</math>;            Загальний бюджет <math>C \geq \sum_{(i,j)} c_{ij \min}</math>;            Визначений строк <math>D</math>;            P.D.F.(функція питомої ваги ймовірності)  <math display="block">t_{ij}(c_{ij}) = \frac{12}{(b_{ij} - a_{ij})^4} (t - a_{ij})(b_{ij} - t)^2</math>;  <math display="block">a_{ij} = \frac{A_{ij}}{c_{ij}}, b_{ij} = \frac{B_{ij}}{c_{ij}}</math>;  <math>A_{ij}, B_{ij}</math>-постійні;  <math>T\{G (c_{ij})\}</math> – випадкова тривалість проекту з бюджетом <math>c_{ij}</math>.</p>	Бюджет $C$ , визначений строк $D$	Вірогідність $R$	<p>Визначення <math>c_{ij}^{(opt)}</math> для  <math display="block">\text{Max } R = \text{Max}_{\{c_{ij}\}} \left[ \text{Pr} \left\{ T\{G (c_{ij})\} \right\} \right]</math>            за умови  <math display="block">c_{ij \min} \leq c_{ij} \leq c_{ij \max};</math>  <math display="block">C = \sum_{(i,j)} c_{ij}^{(opt)};</math>  <math display="block">R^{(opt)}   c_{ij}^{(opt)} = R^{opt} = PNM(C).</math></p>

Ми пропонуємо застосувати поетапний метод для контролю PERT-COST мережевих проектів портфеля за допомогою гармонізації таким способом:

Етап 0. Дана вихідна інформація:

- PERT-COST портфель інвестиційних проектів  $G(N, A)$ ;
- задані значення  $c_{ij \min}, c_{ij \max}, A_{ij}$  і  $B_{ij}$  для кожного проекту  $(i, j) \subset A \subset G(N, A)$ ;
- задані часткові корисності  $\alpha_C, \alpha_D$  і  $\alpha_R$ ;
- задані припустимі інтервали  $[C_{00}, C_0], [D_{00}, D_0]$  і  $[R_{00}, R_0]$ .

Етап 1. Застосуємо моделювання гармонізації для  $G(N, A)$  завчасно, тобто перед тим, як проекти фактично почали здійснюватися. Позначимо

відповідні оптимізовані значення, які визначають максимальну корисність портфеля як  $C^*$ ,  $D^*$  і  $R^*$ . Відзначимо, що обмеження

$$\begin{cases} C_{00} \leq C^* \leq C_0 \\ D_{00} \leq D^* \leq D_0 \\ R_0 \leq R^* \leq R_{00} \end{cases} \quad (3.27)$$

збережені, інакше гармонізація не може бути завершена.

Етап 2. Якщо значення бюджету  $C^*$  прийнято, переасигнування  $C^*$  серед проектів портфеля у відповідності зі значеннями  $c_{ij}^{(opt)}$ , отриманими в процесі застосування гармонізації на Етапі 1, то портфель починає реалізовуватися.

Етап 3. В [89] описана контрольна модель PERT-COST портфеля проектів. Ця модель визначає заплановані траєкторії, відзначає на кожній контрольній крапці портфеля, та й проектів, що до нього входять, відхилення від запланованої траєкторії й встановлює наступну контрольну крапку. Цю контрольну модель слід застосувати на цьому етапі для визначення стандартної контрольної крапки  $t > 0$ .

Етап 4. На кожній контрольній крапці  $t$  відзначається прогрес портфеля проектів, тобто графік мережі  $G_t(N, A)$  повинен обновлятися в крапці  $t$ , так як і бюджет, що залишився  $C^*$ . Позначимо ці значення  $G_t^*(N, A)$  і  $C_t^*$  відповідно.

Етап 5. На кожній стандартній контрольній крапці  $t > 0$  вирішується питання гармонізації для того, щоб пізніше перерозподілити бюджет, що залишився  $C_t^*$  між проектами, що залишилися  $(i, j) \subset A_t \subset G_t(N, A)$ . Позначимо відповідні оптимальні значення бюджету  $c_{ijt}^{(opt)}$ . Якщо необхідно, перерозподілимо бюджет  $C_t^*$  між проектами  $(i, j) \subset A_t$ .

Етап 6. відповідно до результатів Етапу 5. Відзначимо, що введення множинних перерозподілів бюджету  $\epsilon$ , по суті, тільки контролюючою дією в ході виконання (здійснення) контролю в режимі реального часу.

Етап 7. Алгоритм переривається після перевірки портфеля проектів в визначений строк  $D$ , тобто в останній контрольній точці.

Добре видно, що крім проведення процедур в режимі реального часу, запропонований поетапний алгоритм містить в собі й моделювання гармонізації, і моделі аналізу ризику. Звичайно, останнє не схоже на традиційні методи управління ризиками, які включають технологічні ризики, неточності в маркетингу продуктів тощо. Однак, оптимальні перерозподіли бюджету служать, по суті, регулятором моделі під дією випадкових порушень і можуть бути розцінені як елемент аналізу ризику.

Відзначимо, що в процесі реалізації портфеля інвестиційних проектів певні параметри, що вводять вхідну інформацію, можуть зазнати змін, наприклад, обмеження значень  $C_0$ ,  $C_{00}$ ,  $R_0$ ,  $R_{00}$ ,  $D_0$ ,  $D_{00}$ , а також значення часткової корисності  $\alpha_C$ ,  $\alpha_D$  і  $\alpha_R$ . Нові значення повинні застосовуватися в моделі гармонізації для того, щоб полегшити оптимальний перерозподіл бюджету між проектами портфеля, що залишилися на Етапі 5 алгоритму. Якщо задачі (3.21-3.26) не мають рішення, прийняття рішень на рівні компанії приведе або до одержання додаткового бюджету  $\Delta C$  або до збільшення визначеного строку на  $\Delta D$ . Обидва значення можна визначити за допомогою гармонізації.

### **3.4 Оцінка ефективності портфеля інвестиційних проектів із використанням коефіцієнтів Шарпа і Тейлора.**

Оцінка ефективності портфеля інвестиційних проектів (англ. Portfolio performance evaluation) – складова інвестиційного процесу, що полягає в періодичному аналізі функціонування портфеля інвестиційних проектів у термінах прибутковості і ризику.

Згідно з моделлю оцінки фінансових активів CAPM (англ. Capital Asset Pricing Model), взаємозв'язок між ризиком і прибутковістю визначається за допомогою ринкової лінії CML (англ. Capital Market Line) і ринкової лінії коштовного паперу SML (англ. Security Market Line), ключову роль у яких відіграє безризикова процентна ставка і прибутковість ринкового індексу.



Основними заходами ризику інвестицій у фінансові активи прийнято вважати стандартне відхилення і Бета-коефіцієнт, на підставі яких і будуються CML і SML. Дані лінії є не що інше, як прибутковість еталонного портфеля, залежно від стандартного відхилення і Бета-коефіцієнта (рис. 3.1).

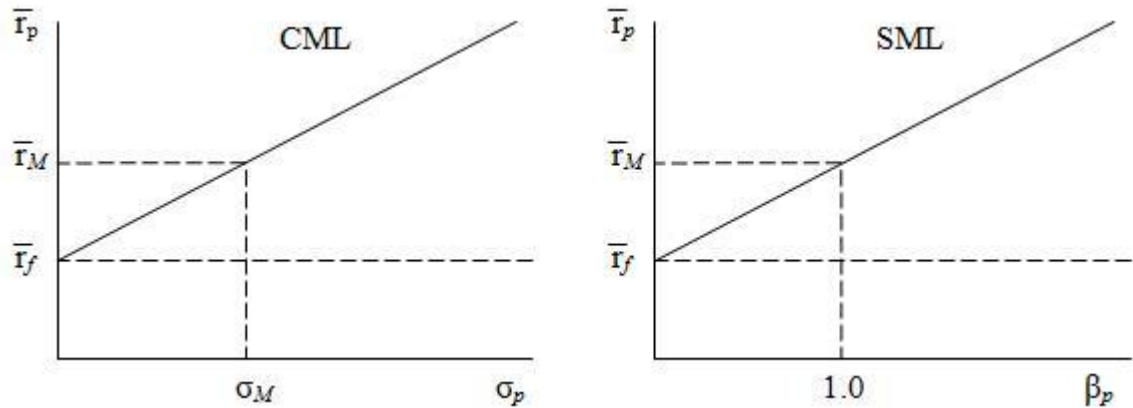


Рис. 3.1. Оцінки CML і SML ефективності портфеля інвестиційних проектів

На рис. 3.1 використано наступні позначення:

$\bar{r}_f$  – середня безризикова процентна ставка;

$\bar{r}_M$  – середня прибутковість ринкового індексу;

$\bar{r}_p$  – середня прибутковість портфеля інвестиційних проектів;

$\sigma_M$  – стандартне відхилення прибутковості ринкового індексу;

$\sigma_p$  – стандартне відхилення прибутковості портфеля інвестиційних проектів;

$\beta_p$  – Бета-коефіцієнт портфеля інвестиційних проектів.

Оцінка портфеля інвестиційних проектів відбувається за наступним принципом: якщо його прибутковість перебуває вище ліній CML і SML, то він вважається більш ефективним, чим еталонний портфель. І навпаки, портфель, прибутковість якого перебуває нижче ліній CML і SML, буде вважатися неефективним, через одержання заниженої прибутковості при підвищеному рівні ризику.

Для того щоб формалізувати процес порівняння портфеля інвестиційних проектів з еталонним портфелем, необхідно вивести ряд коефіцієнтів. Для цього необхідно представити у вигляді формули лінію SML:

$$\bar{r}_p^e = \bar{r}_f + (\bar{r}_M - \bar{r}_f)\beta_p,$$

де  $\bar{r}_p^e$  – середня прибутковість еталонного портфеля;

$\bar{r}_M$  – середня прибутковість ринкового індексу;

$\bar{r}_f$  – середня безризикова процентна ставка;

$\beta_p$  – Бета-коефіцієнт портфеля інвестиційних проектів;

Потім потрібно представити у вигляді формули лінію CML:

$$\bar{r}_p^e = \bar{r}_f + \frac{(\bar{r}_M - \bar{r}_f)}{\sigma_M} \sigma_p,$$

де:  $\sigma_M$  – стандартне відхилення ринкового індексу;

$\sigma_p$  – стандартне відхилення портфеля інвестиційних проектів;

Першим показником, який є оцінкою ефективності портфеля є коефіцієнт Трейнора RVOL (англ. Reward-to-volatility ratio), що розраховується як відношення надлишкової прибутковості портфеля у порівнянні з безризиковою процентною ставкою до ринкового ризику портфеля (Бета-коефіцієнту):

$$RVOL = \frac{\bar{r}_p - \bar{r}_f}{\beta_p}.$$

Другим мірилом ефективності інвестиційного портфеля є коефіцієнт Шарпа RVAR (англ. Reward-to-variability ratio), що розраховується як відношення надлишкової прибутковості портфеля, у порівнянні з безризиковою процентною ставкою, до загального ризику портфеля (стандартному відхиленню прибутковості):

$$RVAR = \frac{\bar{r}_p - \bar{r}_f}{\sigma_p}.$$

У першу чергу, ці коефіцієнти розраховуються для еталонного портфеля, з метою одержання еталонних коефіцієнтів для заданих рівнів ринкового й

загального ризику портфеля. Після цього, проводиться розрахунок коефіцієнтів безпосередньо для портфеля інвестиційних проектів.

Інвестиційний портфель вважається ефективним, якщо:

$$RVOL > RVOLe \text{ і } RVOL > 0,$$

$$RVAR > RVARe \text{ і } RVAR > 0 \text{ (при } \beta > 0),$$

$$RVAR < RVARe \text{ і } RVAR < 0 \text{ (при } \beta < 0),$$

де  $RVOL$  – коефіцієнт Трейнора портфеля інвестиційних проектів;

$RVOLe$  – коефіцієнт Трейнора еталонного портфеля;

$RVAR$  – коефіцієнт Шарпа портфеля інвестиційних проектів;

$RVARe$  – коефіцієнт Шарпа еталонного портфеля;

### Висновки до розділу 3

1. Визначено основні параметри, які фактично формують корисність системи – обґрунтованість (законність), надійність (вірогідність), гнучкість, вартість, чутливість, передбачуваність (своєчасність) і таке інше, які розподілено на дві підмножини: незалежні та залежні параметри. Рішення проблеми гармонізації виконано в кілька етапів. На першому етапі визначено алгоритм вивчення для дослідження всіх можливих комбінацій незалежних основних значень. Отримані значення незалежних параметрів використовуються як вхідні значення на другому етапі, де для кожного залежного параметра вирішується задача часткової допоміжної оптимізації. На наступному етапі значення корисності системи розраховується за допомогою значень основних параметрів з наступним пошуком екстремуму для того, щоб визначити оптимальну комбінацію значень усіх основних параметрів для досягнення максимуму корисності системи.

2. Формалізовано мультипараметричну модель гармонізації для максимізації корисності портфелю проектів з метою отримання загальної оцінки якості функціонування металургійного підприємства. Дослідження проводилося по двом параметрам: бюджет  $C$  і строк  $D$ . Побудована модель часткової оптимізації визначення оптимальних значень реасигнованого бюджету для кожного заходу проектів портфеля для максимізації умовної ймовірності проекту.

3. Побудована модель гармонізації для управління стохастичними мережними проектами, мета якої – оптимальний перерозподіл бюджету між проектами портфеля. Запропоновано поетапний метод для контролю PERT-COST мережних проектів портфеля за допомогою гармонізації. Метод включає 7 етапів, яким передують нульовий етап формалізації вихідної інформації.

4. Розглянуто оцінювання ефективності портфеля інвестиційних проектів за допомогою коефіцієнту Шарпа RVAR (англ. Reward-to-variability

ratio) і коефіцієнту Трейнора RVOL (англ. Reward-to-volatility ratio). При оцінюванні використано коефіцієнт стандартного відхилення і Бета-коефіцієнт, ринкові лінії CML і SML. Формалізовано процес порівняння портфеля інвестиційних проектів з еталонним портфелем. За допомогою моделювання з використанням табличного процесора MS Excel проілюстровано підхід до вибору проектів для включення у портфель і оцінювання ефективності портфеля та проектів, що до нього входять.

5. За результатами досліджень і проведеного моделювання можна зробити висновок, що для оцінювання ефективності портфеля інвестиційних проектів може бути використано значну кількість методик та показників. Однак, роль окремих методик у процесі прийняття рішень щодо реалізації проектів нерівнозначна. Пріоритетним серед розглянутих може бути метод, що ґрунтується на теорії гармонізації та на розрахунку коефіцієнта Шарпа – відношення надлишкової прибутковості портфеля, у порівнянні з безризиковою процентною ставкою, до загального ризику портфеля (стандартного відхилення прибутковості).

## РОЗДІЛ 4

### АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 4.1 Дослідження розробленої моделі з використанням комп'ютерного моделювання.

Розглянемо постановку задачі формування ефективного портфеля проектів в простому випадку, коли критерієм ефективності проекту є показник  $NPV$  і для всіх проектів побудовані імовірнісні простори ризикових подій. Як зазначалося вище, не всі проекти можуть бути об'єктивно оцінені за допомогою показника  $NPV$ , в загальному випадку доцільно використовувати корисність проекту як основний показник, за допомогою якого можна оцінити привабливість проекту.

Припустимо, що в організації визначені:

- стратегічні цілі, які можна представити у вигляді вектору  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ , де  $S_i$  –  $i$ -та стратегічна мета організації;
- бюджет  $B$ , який організація має можливість інвестувати в проекти;
- показник  $HR$  – загальний обсяг людських ресурсів (вимірюваний в людино-годинах на момент формування портфеля проектів, якщо людські ресурси однорідні). У більш загальному випадку їх необхідно розділяти на класи відповідно за компетентністю фахівців;
- ризики, які можуть вплинути на діяльність організації.

Припустимо, що задана множина  $P$  розглянутих проектів. Для кожного проекту, згідно наведеним характеристикам (табл. 2.1), задані наступні нижчеперелічені показники:

- розрахункове значення  $NPV$ ;
- сукупний ризик проекту  $U(w)$ ;
- індекс відповідності стратегічним цілям  $Str_i$ ;
- мінімальні необхідні інвестиції  $W_i$ ;

- вимоги за кількістю людських ресурсів  $HR_i$ ;
- обов'язковість проекту – вектор, що складається з нулів та одиниць  $Obl = \{1_i, \dots, 0_j, \dots, 1_k\}$ , де 1 означає, що відповідний проект повинен обов'язково бути включений в портфель,  $0_j$  –  $j$ -й проект не є обов'язковим;
- побудовано ймовірнісний простір ризикових подій портфеля проектів.

Постановка задачі може бути сформульована таким чином: на підставі вихідних даних сформувати ефективний портфель проектів, тобто портфель, що максимально відповідає стратегічним цілям організації і володіє властивостями непогіршення за характеристиками «корисність» і «ризик».

У першу чергу необхідно визначити підмножину  $P_p$  можливих портфелів проектів. Як зазначено вище, портфель проектів будемо асоціювати з вектором  $J$ , що складається з нулів та одиниць (розмірність вектору відповідає кількості проектів у Множини розглянутих проектів), де одиниця на  $i$ -му місці означає, що  $i$ -й проект включається в портфель, нуль на  $j$ -му місці означає, що  $j$ -й проект не включається в портфель.

Припустимо, що множина можливих портфелів проектів  $P_p$  кінцева і обмежена бюджетом організації та можливістю виділити на проект персонал необхідної компетентності. Таким чином, множина можливих портфелів проектів  $P_p$  має такі властивості:

$$\begin{cases} \sum_i W_i \leq B \\ \sum_i HR_i \leq HR \\ P_p \subset P \end{cases} \quad (4.1)$$

Тепер припустимо, що обов'язкові проекти за замовчуванням вважаються включеними в портфель. Таким чином, ефективний портфель проектів вибирається з кінцевого числа портфелів  $J_i$  і може бути визначений методом перебору. У цьому випадку можна стверджувати, що ефективний портфель проектів в максимально можливій мірі відповідає стратегічним цілям організації.

З множини можливих проектів  $P_p$  необхідно виявити портфелі, що мають найбільше значення індексу відповідності стратегічним цілям  $Str(J_k)$ .

Множина таких портфелів позначимо  $P_S$ , що має такі властивості:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_i W_i \leq B \\ \sum_i HR_i \leq HR \\ P_S \subset P_p \\ Str(J, J \in P_S) > Str(J, J \notin P_S) \end{array} \right. \quad (4.2)$$

Далі для кожного портфеля з множини  $P_S$  визначаємо значення  $NPV$  та ризику портфеля  $U(w)$ . Таким чином, отримуємо множину  $P^* = \{J_k\}$  ефективних портфелів, яка має наступні властивості:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_i W_i \leq B \\ \sum_i HR_i \leq HR \\ P^* \subset P_p \\ NPV(J_k, J_k \in P^*) \geq NPV(J_k, J_k \notin P) \\ \sigma(J_k, J_k \in P) \leq \sigma(J_k, J_k \notin P) \end{array} \right. \quad (4.3)$$

Множина розглянутих проектів (на прикладі металургійної галузі) та їх характеристики наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

#### Множина розглянутих проектів

проект	$W_i$	$HR_i$	$Str_i$	$HRd_i$	$NPV_i$	$Im_i$	$Bp_i$	$Obl$	$T_i$	$Y_i$
Впровадження системи кваліфікацій на металургійних підприємствах	00	A	8	10		9	10	0	9	29
Впровадження системи управління кадровим потенціалом	4	B	7	6	200	5	5	0	12	18
Впровадження інформаційної системи управління ресурсами підприємства	0	B	7	8	100	7	7	0	12	23
Відкриття додаткового офісу		C	6	3	100	7	6	0	12	17
Впровадження системи корпоративної соціальної відповідальності	30	D	10	9		10	5	0	12	24
Впровадження системи бюджетування	70	D	10	3		0	7	0	12	16



Для визначення сукупного ризику кожного з проекту будується відповідна функція розподілу (табл. 4.2). Для проведення всіх складних розрахунків застосовується табличний процесор MS Excel.

Таблиця 4.2

### Прогнозована прибутковість проектів

Прогноз стану кон'юнктури ринку	Імовірність ( $p_i$ )	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %					
		1	2	3	4	5	6
песимістичний	0,28	25	26	31	24	25	32
найбільш ймовірний	0,39	28	25	27	27	27	28
оптимістичний	0,33	32	33	24	30	31	35

На підставі даних розрахуємо очікувану корисність проектів, ризику проектів і коефіцієнти варіації (рис. 4.1, 4.2).

1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність ( $p_i$ )	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %					
2			1	2	3	4	5	6
3	песимістичний	0,28	25,00	26,00	31,00	24,00	25,00	32,00
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	25,00	27,00	27,00	27,00	28,00
5	оптимістичний	0,33	32,00	33,00	24,00	30,00	31,00	35,00
6								
7	очікувана корисність проекту		28,48	27,92	27,13	27,15	27,76	31,43
8	середньоквадратичне відхилення		2,87	3,56	2,87	2,45	2,49	2,87
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,13	0,11	0,09	0,09	0,09
10								
11								

Рис. 4.1. Розрахунки в MS Excel портфеля {1,1,1,1,1,1}

Таким чином, в результаті ранжирування проектів за показниками прибутковості і ризику найбільшу очікувану корисність має проект 6 (31,43%), потім слідують проекти 1 (28,48%) і 2 (27,92%). Самим ризикованим є проект 2 (3,59%), далі проекти 1,3,6 (2,87%), найбільш

безпечним – 4 (2,45%). Який же проект слід вибрати? Вибір між проектами залежить від ставлення інвестора до ризику.

Припустимо, що фінансист збирається вкласти одну третину своїх коштів в кожен з трьох проектів, тобто створити портфель з усіх проектів з рівними вагами (варіант 1,2,3,4,5,6 проект і ваги 0,6). Визначимо прибутковість і ризик цього портфеля:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність ( $p_i$ )	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2			1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	25,00	26,00	31,00	24,00	25,00	32,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	25,00	27,00	27,00	27,00	28,00	
5	оптимістичний	0,33	32,00	33,00	24,00	30,00	31,00	35,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		28,48	27,92	27,13	27,15	27,76	31,43	
8	середньоквадратичне відхилення-ризик		2,87	3,56	2,87	2,45	2,49	2,87	
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,13	0,11	0,09	0,09	0,09	
10									
11	корисність портфеля		101,922						
12	ризик портфеля		14,77						
13									

Рис. 4.2. Розрахунки в MS Excel прибутковості та ризику портфеля  $\{1,1,1,1,1,1\}$

Щоб створити ефективний портфель, який максимізує прибутковість при даному рівні ризику або мінімізує ризик при заданому рівні прибутковості, перевіряються всі комбінації. В рамках цього дослідження ми опустимо демонстрацію всіх комбінацій, а їх – 56 (рис. 4.3).

1		Ймовірність ( $p_i$ )	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %				
2			1	2	3	4	5
3		0,28	25	26	31	24	25
4		0,39	28	25	27	27	27
5		0,33	32	33	24	30	31
7			=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:	=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:	=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:	=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:	=СУММПРОИЗВ(\$B\$3:
8			=СТАНДОТКЛОН(C3:C	=СТАНДОТКЛОН(D3:D	=СТАНДОТКЛОН(E3:E	=СТАНДОТКЛОН(F3:F	=СТАНДОТКЛОН(G3:G
9			=C8/C7	=D8/D7	=E8/E7	=F8/F7	=G8/G7
11			=C7*0,6+D7*0,6+E7*0				
12			=СТАНДОТКЛОН(C7:F				
14			5 из 6	4 из 6	3 из 6	2 из 6	
15			=ЧИСЛОМБ(6;5)	=ЧИСЛОМБ(6;4)	=ЧИСЛОМБ(6;3)	=ЧИСЛОМБ(6;2)	
16			6	15	20	15	

Рис. 4.3. Знаходження кількості комбінацій з 6-ти проектів (діапазон комірок Excel C15:F15)

Далі, виходячи з обмежень по ресурсах, визначається оптимальна множина можливих портфелів проектів, причому індекс відповідності стратегічним цілям підприємства  $Str_i$  визначається елементарним підсумовуванням вихідних даних (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

### Множина можливих портфелів проектів

№ п/п	Состав портфеля проектів	Бюджет портфеля	Індекс відповідності стратегічним цілям
1	{1,1,1,1,1,0}	1144	38
2	{1,1,1,1,0,1}	1084	38
3	{1,1,1,0,1,1}	1614	42
4	{1,0,0,1,1,1}	1500	34
5	{0,1,1,1,1,1}	1114	40
6	{1,1,0,0,1,1}	1554	35
7	{1,0,1,0,1,1}	1560	35

Виходячи з вищенаведених формул, були проведені розрахунки корисності тепер уже портфелів та їх ризиків (рис. 4.4-4.10).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність ( $p_i$ )	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2			1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	25,00	26,00	31,00	24,00	25,00	0,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	25,00	27,00	27,00	27,00	0,00	
5	оптимістичний	0,33	32,00	33,00	24,00	30,00	31,00	0,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		28,48	27,92	27,13	27,15	27,76	0	
8	середньоквадратичне відхилення-ризик		2,87	3,56	2,87	2,45	2,49	0,00	
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,13	0,11	0,09	0,09	0,00	
10									
11	корисність портфеля		83,064						
12	риск портфеля		14,22						
13									
14									

Рис. 4.4. Розрахунок корисності портфеля 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність ( $p_i$ )	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2			1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	25,00	26,00	31,00	24,00	0,00	32,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	25,00	27,00	27,00	0,00	28,00	
5	оптимістичний	0,33	32,00	33,00	24,00	30,00	0,00	35,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		28,48	27,92	27,13	27,15	0	31,43	
8	середньоквадратичне відхилення-ризик		2,87	3,56	2,87	2,45	0,00	2,87	
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,13	0,11	0,09	0,00	0,09	
10									
11	корисність портфеля		85,266						
12	риск портфеля		14,64						
13									

Рис. 4.5. Розрахунок корисності портфеля 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2		( $p_i$ )	1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	25,00	26,00	31,00	0,00	25,00	32,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	25,00	27,00	0,00	27,00	28,00	
5	оптимістичний	0,33	32,00	33,00	24,00	0,00	31,00	35,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		28,48	27,92	27,13	0	27,76	31,43	
8	середньоквадратичне відхилення-риски		2,87	3,56	2,87	0,00	2,49	2,87	
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,13	0,11	0,00	0,09	0,09	
10									
11	корисність портфеля		85,632						
12	риск портфеля		14,70						
13									
14									

Рис. 4.6. Розрахунок корисності портфеля 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2		( $p_i$ )	1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	25,00	0,00	0,00	24,00	25,00	32,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	0,00	0,00	27,00	27,00	28,00	
5	оптимістичний	0,33	32,00	0,00	0,00	30,00	31,00	35,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		28,48	0	0	27,15	27,76	31,43	
8	середньоквадратичне відхилення-риски		2,87	0,00	0,00	2,45	2,49	2,87	
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,00	0,00	0,09	0,09	0,09	
10									
11	корисність портфеля		68,892						
12	риск портфеля		14,15						
13									

Рис. 4.7. Розрахунок корисності портфеля 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2		( $p_i$ )	1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	0,00	26,00	31,00	24,00	25,00	32,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	0,00	25,00	27,00	27,00	27,00	28,00	
5	оптимістичний	0,33	0,00	33,00	24,00	30,00	31,00	35,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		0	27,92	27,13	27,15	27,76	31,43	
8	середньоквадратичне відхилення-риски		0,00	3,56	2,87	2,45	2,49	2,87	
9	коефіцієнт варіації		0,00	0,13	0,11	0,09	0,09	0,09	
10									
11	корисність портфеля		84,834						
12	риск портфеля		14,56						
13									
14									

Рис. 4.8. Розрахунок корисності портфеля 5

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2		( $p_i$ )	1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	25,00	26,00	0,00	0,00	25,00	32,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	25,00	0,00	0,00	27,00	28,00	
5	оптимістичний	0,33	32,00	33,00	0,00	0,00	31,00	35,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		28,48	27,92	0	0	27,76	31,43	
8	середньоквадратичне відхилення-риски		2,87	3,56	0,00	0,00	2,49	2,87	
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,13	0,00	0,00	0,09	0,09	
10									
11	корисність портфеля		69,354						
12	риск портфеля		14,23						
13									
14									

Рис. 4.9. Розрахунок корисності портфеля 6

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	прогноз стану кон'юнктури ринку	Ймовірність	Прибутковість проектів ( $R_i$ ), %						
2		( $p_i$ )	1	2	3	4	5	6	
3	песимістичний	0,28	25,00	0,00	31,00	0,00	25,00	32,00	
4	найбільш ймовірний	0,39	28,00	0,00	27,00	0,00	27,00	28,00	
5	оптимістичний	0,33	32,00	0,00	24,00	0,00	31,00	35,00	
6									
7	очікувана корисність проекту		28,48	0	27,13	0	27,76	31,43	
8	середньоквадратичне відхилення -ризик		2,87	0,00	2,87	0,00	2,49	2,87	
9	коефіцієнт варіації		0,10	0,00	0,11	0,00	0,09	0,09	
10									
11	корисність портфеля		68,88						
12	риск портфеля		14,14						
13									

Рис. 4.10. Розрахунок корисності портфеля 7

Розглянемо отриманні результати характеристик множини можливих портфелів проектів (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

#### Характеристики множини можливих портфелів проектів

Номер портфеля	Склад портфеля проектів	Очікувана корисність	Ризик портфеля
3	{1,1,1,0,1,1}	85,63	14,70
2	{1,1,1,1,0,1}	85,27	14,27
5	{0,1,1,1,1,1}	84,83	14,56
1	{1,1,1,1,1,0}	83,06	14,22
6	{1,1,0,0,1,1}	69,35	14,23
4	{1,0,0,1,1,1}	68,89	14,15
7	{1,0,1,0,1,1}	68,88	14,14

При заданих обмеженнях за бюджетом і за використанням людських ресурсів визначені ефективні портфелі проектів:

$$3 - \{1,1,1,0,1,1\}$$

$$2 - \{1,1,1,1,0,1\}$$

$$5 - \{0,1,1,1,1,1\}.$$

Той факт, що портфелі 2 і 3 є ефективними, багато в чому може бути пояснено тим, що в нього не входять проекти 5 і 4 відповідно. Ці проекти мають найменшими значеннями корисності при значному ризику, тому що пов'язані з вирішенням малоструктурованих завдань управління підприємствами. Саме тому, в умовах заданих обмежень, вилучення цих проектів і зробило портфелі ефективними. Вилучення проекту впровадження системи кваліфікацій в портфелі 5 може бути пояснений великим ризиком його впровадження.

Нехай значення параметрів грошового потоку проекту задані в табл. 4.5

Таблиця 4.5

### Параметри грошового потоку проекту

t	$C_t$
0	(-1200,-1000,-900, -800)
1	(-700,-500,-450,-300)
2	(150,180,220,250)
3	(1800,1900,2100,2200)
4	(2700,3000,3000,3400)

Ставку дисконтування прийемо рівною  $r = (0,1; 0,2; 0,2; 0,3)$ .

Тоді:  $PV(C_0) = C_0$ ,

$$PV(C_1) = \left( \frac{-700}{1,1}, \frac{-500}{1,2}, \frac{-450}{1,2}, \frac{-300}{1,3} \right) = (-636,4; -416,7; -375; -230,8).$$

Результати обчислень дисконтованих чистих грошових потоків представлені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

### Дисконтовані чисті грошові потоки проекту

t	$PV(C_t)$
0	(-1200,-1000,-900,-800)
1	(636,4;-416,7;-375,-230,8)
2	(88,8;125;152,8;206,6)
3	(819,3;1099,5;1215,3;1652,9)
4	(945,3;1446,8;1446,8;2322,2)



Обчислюємо  $NPV$ , підсумовуючи нечіткі числа:

$$NPV = PV(C_0) + PV(C_1) + PV(C_2) + PV(C_3) + PV(C_4) = (17, 1254,6; 1538; 3151).$$

Внутрішня норма прибутковості проекту з нечітким грошовим потоком обчислюється за формулою:

$$IRR = (irr_1, irr_2, irr_3, irr_4), \quad (4.4)$$

де  $irr_k$  ( $k = 1, 2, 3, 4$ ) – внутрішня норма прибутковості проекту з чітким грошовим потоком  $c_{0k}, c_{1k}, \dots, c_{Tk}$ , таким чином,  $irr_k$  є корінь рівняння:

$$\sum_{t=0}^T \frac{c_{tk}}{(1 + irr_k)^t} = 0. \quad (4.5)$$

У нашому прикладі обчислення дають відповідь:

$$IRR = (32\%, 46\%, 54\%, 68\%).$$

Так само термін окупності представляється у вигляді трапецієподібного числа:

$$PP = (p_1, p_2, p_3, p_4), \quad (4.6)$$

де:  $p_k$  – термін окупності проекту з потоком  $c_{0k}, c_{1k}, \dots, c_{Tk}$ . Таким чином:

$$p_k = \min_p \left\{ p : \sum_{t=0}^{[p]} d_{tk} + (p - [p])d_{[p]+1,k} \geq 0 \right\}, \quad (4.7)$$

де:  $[p]$  – ціла частина числа  $p$ ;

$$PV(C_t) = (d_{t1}, d_{t2}, d_{t3}, d_{t4}),$$

$$PP = (3,35; 3,77; 4,13; 4,98) \text{ – термін окупності.}$$

Наведемо приклад оцінки інноваційного проекту. Нехай  $C_1 = (40, 50, 60)$ ,  $C_2 = (280, 300, 320)$ ,  $C_3 = (630, 700, 770)$ ,  $S = (2000, 2500, 3000)$ , що представляють собою оцінки грошового потоку проекту за допомогою трикутних нечітких чисел.

Прийmemo  $T_1=3$ ,  $T_2=5$ ,  $r=5\%$ . Тоді:  $E(S)=2500$ ,  $Var(S)=41666$ ,  $Var(C_3)=816,7$ ,  $E(C_1)=50$ ,  $\sigma=0,082$ ,  $\delta=0,02$ .

Критичне значення приблизно дорівнює  $S^c=971,47$ . Отже, маємо  $a_1=7,39$ ,  $a_2=7,25$ ,  $b_1=7,89$ ,  $b_2=7,7$ . У підсумку отримуємо наступну оцінку проекту  $V=(934,57; 1458,72; 1982,87)$ .

З іншого боку, чиста поточна вартість проекту, що оцінена традиційним методом дисконтування грошових потоків, дорівнює:

$$NPV = S - C_1 - C_2 - C_3 = (850, 1450, 2050).$$

Обчислена методом складових опціонів оцінка виявилася достатньо близькою до оцінки, яка отримана за допомогою реальних опціонів: нижня межа відповідного трикутного числа відрізняється на 10%, найбільш можливе значення – на 0,5%, верхня межа – на 3%.

У якості прикладу цієї дисертаційної роботи сформуємо портфель з 5 незалежних проектів. З них проекти 1, 2, 3 відповідають першій стратегічній меті, а проекти 4, 5, 6 – другій стратегічній меті. Необхідні для реалізації ресурси представлені в наступних таблицях (табл. 4.7-4.9). Дані задаються у вигляді трикутних і трапецієподібних чисел.

*Таблиця 4.7*

#### Дисконтовані витрати на проект

Номер проекту	Стадія 1	Стадія 2	Стадія 3
1	(15;20;25)	(60;80;90;110)	(150;200;250;300)
2	(15;30;45)	(100;120;130;150)	(150;300;400;550)
3	(30;40;50)	(170;200;220;250)	(420;500;600;680)
4	(40;50;60)	(80;100;120;160)	(310;400;500;590)
5	(30;60;70)	(90;120;150)	(330;400;500;570)
6	(51;58;35)	(140;251;182;100)	(254;300;450;600)

Таблиця 4.8

**Необхідна кількість фахівців**

Номер проекту	Стадія 1	Стадія 2	Стадія 3
1	(7;10;12)	(8;12;6)	(15;20;25)
2	(7;10;12)	(15;20;25)	(22;30;47)
3	(15;20;25)	(22;30;47)	(45;60;75)
4	(15;20;25)	(42;65;76)	(37;50;62)
5	(15;20;25)	(45;60;75)	(36;55;63)
6	(10;15;20)	(20;31;50)	(40;35;52)

Таблиця 4.9

**Дисконтований дохід від проекту**

Номер проекту	Дохід
1	(700,800,1000,1100)
2	(900,1000,1200,1300)
3	(1400,1700,2000,2500)
4	(1050,1500,2200,2500)
5	(1050,1500,2200,2650)
6	(1020, 1500, 2000, 2100)

Стадії 1 і 2 завершуються в момент  $T_1=3$  і  $T_2=6$  відповідно. Ставка дисконтування дорівнює  $r = 5\%$ .

Ресурси, які виділяються портфелю, визначаються з використанням трапецієподібних чисел, наданих у табл. 4.10.

Таблиця 4.10

**Кошти, виділені ресурси**

Тип ресурса	Стадія 1	Стадія 2	Стадія 3
Бюджет	(0,0,150,185)	(0,0,400,450)	(0,0,1250,1500)
Спеціалісти	(0,0,50,70)	(0,0,150,190)	(0,0,135,185)

Менеджерами були визначені наступні вимоги до портфеля проектів і рівням достовірності. Витрати на першу стратегічну мету повинні складати

20-80% виділеного бюджету, на другу мету – 20-60%. Рівень достовірності за цільової функцією дорівнює  $\gamma=0,95$ ; за бюджетними обмеженнями  $\lambda_B = 0,99$ ; з персоналу  $\lambda_R = 0,9$ ; по стратегічним цілям  $\lambda_C = 0,85$ .

Застосовуючи формулу нечітких складових опціонів, отримаємо наступні оцінки проектів (табл. 4.11):

Таблиця 4.11

## Оцінки проектів

Номер проекта	Оцінка
1	(295,701;437,471;658,152;799,922)
2	(227,596;440,833;693,329;906,566)
3	(513,663;862,8;1218,14;1567,28)
4	(343,157;806,032;1487,69;1967,72)
5	(714,806;1214,54;1710,68;2210,41)
6	(573,251;985,59;1207,24;2157,15)

При встановлених рівнях достовірності задача формування портфеля стає задачею лінійного програмування:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 302,79x_1 + 238,258x_2 + 531,12x_3 + 366,301x_4 + 739,793x_5 + 657,25x_6 \rightarrow \max, \\
 24,95x_1 + 44,85x_2 + 49,9x_3 + 59,9x_4 + 79,9x_5 + 65,8x_6 \leq 150,35, \\
 109,8x_1 + 149,8x_2 + 249,7x_3 + 159,6x_4 + 149,7x_5 + 201,4x_6 \leq 400,5, \\
 299,5x_1 + 548,5x_2 + 679,2x_3 + 589,1x_4 + 569,3x_5 + 521,4x_6 \leq 125,25, \\
 12,25x_1 + 12,25x_2 + 24,5x_3 + 24,5x_4 + 24,5x_5 + 12,25x_6 \leq 52, \\
 24,5x_1 + 36,75x_2 + 73,5x_3 + 61,25x_4 + 61,375x_5 + 59,8x_6 \leq 140, \\
 14,7x_1 + 24,5x_2 + 36,75x_3 + 79,625x_4 + 73,5x_5 + 75,5x_6 \leq 154, \\
 423,75x_1 + 717,25x_2 + 962x_3 \leq 1480,2, \\
 789x_4 + 783,5x_5 \leq 1110,15, \\
 371,25x_1 + 587,75x_2 + 878x_3 \geq 416,95, \\
 691x_4 + 706,5x_5 \geq 416,95, \\
 x_i \in \{0,1\} \forall i
 \end{array} \right.$$

розв'язок якої виконуємо за допомогою надбудови MS Excel «Пошук рішення» (рис. 4.11).

буфер обмена | шрифт | выравнивание | число

СУММПРОИЗВ  $\sum$   $\times$   $\checkmark$   $f_x$  =СУММПРОИЗВ(B2:B7;M2:M7)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	проекти												булева
2	1	302,79	24,95	109,8	299,5	12,25	24,5	14,7	423,75	0	371,25	0	
3	2	238,258	44,85	149,8	548,5	12,25	36,75	24,5	717,25	0	587,75	0	
4	3	531,12	49,9	249,7	679,2	24,5	73,5	36,75	962	0	878	0	
5	4	366,301	59,9	159,6	589,1	24,5	61,25	79,625	0	789	0	691	
6	5	739,793	79,9	149,7	569,3	24,5	61,375	73,5	0	783,5	0	706,5	
7	6	657,25	65,8	201,4	521,4	12,25	59,8	75,5	0	0	0	0	
8	lim		150,35	400,5	1252,5	52	140	154	1480,2	1110,15	416,95	416,95	
9													
10	цільова функція	M2:M7											

Аргументы функции

СУММПРОИЗВ

Массив1: B2:B7 = {302,79;238,258;531,12;366,301;739,793;657,25}

Массив2: M2:M7 = {0;0;0;0;0;0}

Массив3: = МАССИВ

= 0

Возвращает сумму произведений диапазонов или массивов.

**Массив1:** массив1;массив2;... от 2 до 255 массивов, соответствующие компоненты которых нужно сначала перемножить, а затем сложить полученные произведения. Все массивы должны иметь одинаковую

Значение: 0

[Справка по этой функции](#)

OK Отмена

буфер обмена | шрифт | выравнивание | число

B10  $\sum$   $\times$   $\checkmark$   $f_x$  =СУММПРОИЗВ(B2:B7;\$M\$2:\$M\$7)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	проекти													булева змінна моделі
2	1	302,79	24,95	109,8	299,5	12,25	24,5	14,7	423,75	0	371,25	0		
3	2	238,258	44,85	149,8	548,5	12,25	36,75	24,5	717,25	0	587,75	0		
4	3	531,12	49,9	249,7	679,2	24,5	73,5	36,75	962	0	878	0		
5	4	366,301	59,9	159,6	589,1	24,5	61,25	79,625	0	789	0	691		
6	5	739,793	79,9	149,7	569,3	24,5	61,375	73,5	0	783,5	0	706,5		
7	6	657,25	65,8	201,4	521,4	12,25	59,8	75,5	0	0	0	0		
8	lim		150,35	400,5	1252,5	52	140	154	1480,2	1110,15	416,95	416,95		
9														
10	цільова функція	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Поиск решения

Установить целевую ячейку: B5:B10

Равной:  максимальному значению  значению: 0

минимальному значению

Изменяя ячейки: \$M\$2:\$M\$7

Ограничения:

- \$C\$10:\$L\$10 <= \$C\$8:\$L\$8
- \$M\$2:\$M\$7 <= 1
- \$M\$2:\$M\$7 = целое

Выполнить

Закреть

Предположить

Параметры

Добавить

Изменить

Удалить

Восстановить

Справка

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	проекти												
2	1	302,79	24,95	109,8	299,5	12,25	24,5	14,7	423,75	0	371,25	0	1
3	2	238,258	44,85	149,8	548,5	12,25	36,75	24,5	717,25	0	587,75	0	1
4	3	531,12	49,9	249,7	679,2	24,5	73,5	36,75	962	0	878	0	1
5	4	366,301	59,9	159,6	589,1	24,5	61,25	79,625	0	789	0	691	0
6	5	739,793	79,9	149,7	569,3	24,5	61,375	73,5	0	783,5	0	706,5	1
7	6	657,25	65,8	201,4	521,4	12,25	59,8	75,5	0	0	0	0	1
8	lim		150,35	400,5	1252,5	52	140	154	1480,2	1110,15	416,95	416,95	
9													
10	цільова функція	2469,211											
11	система обмеження		265,4	860,4	2617,9	85,75	255,925	224,95	2103	783,5	1837	706,5	
12													
13													

Рис. 4.11. Дослідження моделі формування портфеля проектів за допомогою надбудови MS Excel «Пошук рішення»

Рішенням даної задачі лінійного програмування є  $x_4=0$ ,  $x_1=x_3=x_2=x_5=x_6=1$ . Це означає, що в портфель потрібно включити всі проекти, окрім четвертого. Ми отримали портфель 3 із вилученням четвертого проекту. Дохід портфеля дорівнює  $y = 2469,11$ .

Для моніторингу різних PERT-COST мережевих проектів на практиці застосовують модель гармонізації. Будемо розглядати портфель проектів типу PERT-COST з випадковою тривалістю заходів і питомою вагою ймовірності функцій (P.D.F.), що задовольняють (3.21), (3.22) або (3.24). Початкові дані портфеля проектів представлено в табл. 4.12.

Таблиця 4.12

## Вхідні дані портфеля проектів

№	$i$	$j$	$C_{ij_{min}}$	$C_{ij_{max}}$	$A_{ij}$	$B_{ij}$
1.	1	2	2	8	25	81
2.	1	3	1	6	22	60
3.	1	4	1	8	75	105
4.	1	5	2	15	80	132
5.	1	6	1	8	30	45
6.	1	7	8	30	160	200
7.	2	3	8	15	50	100
8.	2	15	3	8	83	120
9.	3	14	10	15	110	220
10.	3	15	4	12	60	120
11.	4	13	5	10	90	120
12.	4	14	8	12	50	100
13.	5	9	7	17	150	200
14.	5	13	5	10	105	140
15.	6	9	2	5	60	80
16.	7	8	3	10	42	60
17.	8	10	2	10	20	32
18.	8	11	6	10	40	80
19.	9	11	1	5	90	120
20.	9	12	3	10	42	60
21.	10	20	2	5	60	80
22.	10	21	5	10	105	140
23.	11	19	7	15	150	200
24.	11	21	8	12	50	100
25.	12	18	5	10	90	120
26.	13	17	4	12	60	120
27.	13	18	5	10	48	60
28.	13	19	4	8	63	110
29.	14	16	1	7	58	102
30.	14	17	1	7	23	94
31.	15	16	4	9	85	120
32.	15	17	3	5	60	104
33.	16	22	4	11	70	93
34.	17	22	5	10	82	153
35.	17	23	6	10	74	110
36.	18	23	2	8	80	120
37.	19	23	2	5	40	87
38.	20	21	1	4	32	72
39.	21	23	3	8	63	95
40.	22	23	5	12	87	128

Основні параметри портфеля наступні: бюджет портфеля  $C$ ; визначений строк  $D$ ; надійність (вірогідність)  $R$ ; коефіцієнти часткової корисності:  $\alpha_C = 1$ ,  $\alpha_D = 0,5$  і  $\alpha_R = 1,0$ ; початкові етапи пошуку (перша ітерація) для ЦРАП:  $\Delta C = 4$ ,  $\Delta D = 2$ ; число симуляційних прогонів для РНМ (задача часткової гармонізації)  $M=2,000$ . Параметри портфеля наступні:  $R_0 = 0,7$ ,  $R_{00} = 0,95$ ,  $C_0 = 250$ ,  $C_{00} = 230$ ,  $D_0 = 95$ ,  $D_{00} = 85$ ,  $R = 10$ ,  $\delta D = 0,8$ ,  $R = 0,1$  і  $\varepsilon = 0,001$ . Друга ітерація для ЦРАП виконувалася з  $\Delta C = 2$  і  $\Delta D = 1$ , а всі наступні ітерації,  $v \geq 2$ , з  $\Delta C = 1,0$  і  $\Delta D = 1,0$ . Виконаємо розрахунки моделі гармонізації за допомогою табличного процесору MS Excel для бета-розподілу P.D.F. (табл. 4.13), нормального розподілу P.D.F. (табл. 4.14) і рівномірного розподілу P.D.F. (табл. 4.15).

Таблиця 4.13

**Ілюстрація виконання алгоритму гармонізації  
(для бета-розподілу P.D.F.)**

№ пошукового етапу	C	D	R	Номер ітерації	Здійснення	Корисність U (C,D,R)	Значення $U^{(v)}$ після $v$ -ї ітерації
0	250	95	1,000	1	здійснений	2,50	2,50
1	246	95	0,996	1	здійснений	2,90	2,90
2	242	95	0,922	1	здійснений	3,02	3,02
3	238	95	0,793	1	здійснений	2,13	3,02
4	242	93	0,861	1	здійснений	3,41	3,41
5	242	91	0,723	1	здійснений	3,03	3,41
6	244	93	0,895	2	здійснений	3,55	3,55
7	246	93	0,912	2	здійснений	3,52	3,55
8	240	94	0,814	2	здійснений	3,14	3,55
9	244	92	0,936	2	здійснений	3,46	3,55
10	244	93	0,835	2	здійснений	3,45	3,55
<b>11</b>	<b>245</b>	<b>93</b>	<b>0,914</b>	<b>3</b>	<b>оптимальний</b>	<b>3,64</b>	<b>3,64</b>
12	243	94	0,875	3	здійснений	3,45	3,64
13	245	94	0,951	4	здійснений	3,51	3,64
14	245	92	0,855	4	здійснений	3,55	3,64



значення  $U^{(3)}$  і  $U^{(4)}$  збігаються, алгоритм переривається після четвертої ітерації

Таблиця 4.14

**Ілюстрація виконання алгоритму гармонізації  
(для нормального розподілу P.D.F.)**

№ пошукового етапу	C	D	R	Номер ітерації	Здійснення	Корисність U (C,D,R)	Значення $U^{(v)}$ після v-ї ітерації
0	250	95	1,000	1	здійснений	2,50	2,50
1	246	95	0,989	1	здійснений	2,90	2,90
2	242	95	0,915	1	здійснений	2,95	2,95
3	238	95	0,782	1	здійснений	2,02	2,95
4	242	93	0,829	1	здійснений	3,09	3,09
5	242	91	0,698	1	нездійснений	-	3,09
6	244	93	0,868	2	здійснений	3,28	3,28
7	246	93	0,885	2	здійснений	3,25	3,28
8	240	93	0,802	2	здійснений	3,02	3,28
9	244	94	0,912	2	здійснений	3,22	3,28
10	244	92	0,811	2	здійснений	3,21	3,28
<b>11</b>	<b>245</b>	<b>93</b>	<b>0,893</b>	<b>3</b>	<b>оптимальний</b>	<b>3,43</b>	<b>3,43</b>
12	243	93	0,847	3	здійснений	3,17	3,43
13	245	94	0,921	4	здійснений	3,21	3,43
14	245	92	0,839	4	здійснений	3,39	3,43

значення  $U^{(3)}$  і  $U^{(4)}$  збігаються, алгоритм переривається після четвертої ітерації

Таблиця 4.15

**Ілюстрація виконання алгоритму гармонізації  
(для рівномірного розподілу P.D.F.)**

№ пошукового етапу	C	D	R	Номер ітерації	Здійснення	Корисність U (C,D,R)	Значення $U^{(v)}$ після v-ї ітерації
0	250	95	1,000	1	здійснений	2,50	2,50
1	246	95	0,984	1	здійснений	2,90	2,90
2	242	95	0,912	1	здійснений	2,92	2,91
3	238	95	0,765	1	здійснений	1,85	2,92
4	242	93	0,821	1	здійснений	3,01	3,01
5	242	91	0,695	1	нездійснений	-	3,01
6	244	93	0,864	2	здійснений	3,24	3,24
7	246	93	0,882	2	здійснений	3,22	3,24
8	240	93	0,795	2	здійснений	2,95	3,24
9	244	94	0,910	2	здійснений	3,20	3,24
10	244	92	0,807	2	здійснений	3,17	3,24
<b>11</b>	<b>245</b>	<b>93</b>	<b>0,889</b>	<b>3</b>	<b>оптимальний</b>	<b>3,39</b>	<b>3,39</b>
12	243	93	0,844	3	здійснений	3,14	3,39
13	245	94	0,918	4	здійснений	3,18	3,39
14	245	92	0,835	4	здійснений	3,35	3,39

значення  $U^{(3)}$  і  $U^{(4)}$  збігаються, алгоритм переривається після четвертої ітерації

Проаналізувавши отримані результати розрахунків моделі гармонізації (табл. 4.13-4.15), можна зробити наступні висновки:

1) циклічний алгоритм пошуку для визначення оптимальної корисності портфеля інвестиційних проектів середньої величини вимагає тільки чотири ітерації для виконання процесу оптимізації. Збільшення параметра корисності портфеля проектів після завершення четвертої ітерації (14 пошукових точок), у порівнянні з початковою пошуковою точкою, показує поліпшення корисності приблизно на 45%. Таким чином,

дворівневий евристичний алгоритм для оптимізації гармонізації портфеля проектів виконується добре;

2) використання функції бета-розподілу веде до одержання найвищих значень для параметра корисності проектів, що входять до портфелю. Це є результатом очевидного факту, який полягає в тому, що середнє значення  $\mu = 0,6a + 0,4b$  для бета-розподілу P.D.F. у зоні розподілу  $(a, b)$  ближче до нижньої межі  $a$ , ніж у випадку нормального й рівномірного розподілу із симетричними середніми значеннями  $\mu = 0,5(a+b)$ . Зрозуміло, що більш низькі значення проектів в часі ведуть до більш високої оцінки надійності портфеля. Оскільки значення округленого нормального розподілу концентруються ближче до середнього значення, ніж значення рівномірного розподілу, відповідна оцінка корисності портфеля дещо краще для нормального розподілу P.D.F. ніж для рівномірного;

3) таким чином, застосовуючи табличний процесор MS Excel, оптимальну корисність портфеля інвестиційних проектів можна визначити для наступних параметричних значень:

$C=245, D=93, R=0,914, U_G=3,64$  (бета-розподіл);

$C=245, D=93, R=0,893, U_G=3,43$  (нормальний розподіл);

$C=245, D=93, R=0,889, U_G=3,93$  (рівномірний розподіл).

Розрахуємо ефективність портфеля проектів за коефіцієнтом Шарпа за допомогою табличного процесора MS Excel.

Спочатку сформуємо портфелі із проектів (візьмемо 100 проектів-претендентів (дамо їм довільні назви) на включення у портфель із обмеженням – 10 проектів на 1 портфель (рис. 4.12).

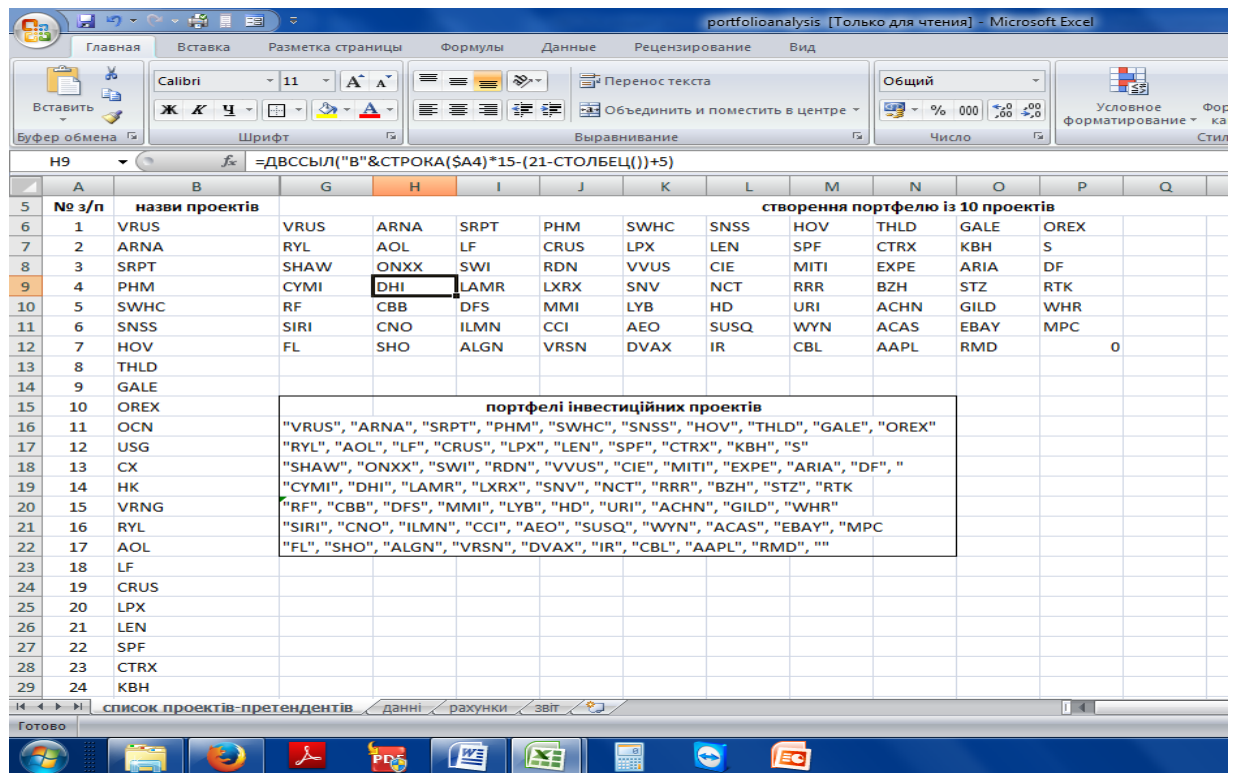


Рис. 4.12. Процес формування портфеля проектів в MS Excel

Таким чином, із 100 проектів-претендентів до включення рекомендується 7 портфелів (табл. 4.16):

Таблиця 4.16

### Портфелі проектів

№	проекти									
1	VRUS	ARNA	SRPT	PHM	SWHC	SNSS	HOV	THLD	GALE	OREX
2	RYL	AOL	LF	CRUS	LPX	LEN	SPF	CTRX	KBH	S
3	SHAW	ONXX	SWI	RDN	VVUS	CIE	MITI	EXPE	ARIA	DF
4	CYMI	DHI	LAMR	LXRK	SNV	NCT	RRR	BZH	STZ	RTK
5	RF	CBB	DFS	MMI	LYB	HD	URI	ACHN	GILD	WHR
6	SIRI	CNO	ILMN	CCI	AEO	SUSQ	WYN	ACAS	EBAY	MPC
7	FL	SHO	ALGN	VRSN	DVAX	IR	CBL	AAPL	RMD	0

Визначимо питому вагу кожного проекту у портфелі (рис. 4.13, 4.14).

	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
	Проект 7 прибутковість на початку терміну	Проект 7 Вартість вкладень	Еталонний портфель Ціна	Еталонний портфель Прибутковість за день	Еталонний портфель Прибутковість на початку терміну	Еталонний портфель Вартість вкладень	Портфель Вартість вкладень	Портфель Прибутковість за день	
1									
2	100,00%	150 000,00	122,6	0,00%	100,00%	1 000 000,00	1 000 000,00	0,00%	
3	99,20%	148 797,38	122,54	-0,05%	99,95%	999 510,60	1 003 302,84	0,33%	
4	100,15%	150 218,66	123,17	0,51%	100,46%	1 004 649,27	1 027 053,46	2,37%	
5	99,64%	149 453,35	122,93	-0,19%	100,27%	1 002 691,68	1 050 350,53	2,27%	
6	99,34%	149 016,03	122,69	-0,20%	100,07%	1 000 734,09	1 059 043,87	0,83%	
7	98,18%	147 266,76	122,54	-0,12%	99,95%	999 510,60	1 054 308,70	-0,45%	
8	98,91%	148 360,06	122,97	0,35%	100,30%	1 003 017,94	1 086 514,43	3,05%	
9	100,36%	150 546,65	124,08	0,90%	101,21%	1 012 071,78	1 091 790,42	0,49%	
10	102,48%	153 717,20	123,88	-0,16%	101,04%	1 010 440,46	1 088 031,88	-0,34%	
11	102,84%	154 263,85	124,77	0,72%	101,77%	1 017 699,84	1 099 735,29	1,08%	
12	103,72%	155 575,80	124,99	0,18%	101,95%	1 019 494,29	1 109 895,94	0,92%	
13	102,77%	154 154,52	123,76	-0,98%	100,95%	1 009 461,66	1 073 466,84	-3,28%	
14	102,62%	153 935,86	123,6	-0,13%	100,82%	1 008 156,61	1 065 685,51	-0,72%	
15	105,32%	157 981,05	123,88	0,23%	101,04%	1 010 440,46	1 074 573,02	0,83%	
16	107,94%	161 916,91	124,58	0,57%	101,62%	1 016 150,08	1 093 016,62	1,72%	
17	104,30%	156 450,44	124,65	0,06%	101,67%	1 016 721,04	1 104 327,80	1,03%	
18	105,10%	157 653,06	125,13	0,39%	102,06%	1 020 636,22	1 116 469,61	1,10%	
19	113,27%	169 897,96	125,44	0,25%	102,32%	1 023 164,76	1 126 801,49	0,93%	
20	112,39%	168 586,01	123,25	-1,75%	100,53%	1 005 301,79	1 110 523,23	-1,44%	
21	115,45%	173 177,84	124,18	0,75%	101,29%	1 012 887,44	1 116 108,23	0,50%	
22	117,86%	176 785,71	126,16	1,59%	102,90%	1 029 037,52	1 124 858,03	0,78%	
23	116,91%	175 364,43	125,92	-0,19%	102,71%	1 027 079,93	1 107 770,97	-1,52%	

Рис. 4.13. Розрахунки питомої ваги кожного проекту в портфелі (режим даних)

	S	T	U	V	W
	Еталонний портфель Прибутковість за день	Еталонний портфель Прибутковість на початку терміну	Еталонний портфель Вартість вкладень	Портфель Вартість вкладень	Портфель Прибутковість за день
1					
2	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V1-1
3	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V2-1
4	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V3-1
5	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V4-1
6	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V5-1
7	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V6-1
8	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V7-1
9	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V8-1
10	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V9-1
11	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V10-1
12	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V11-1
13	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V12-1
14	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V13-1
15	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V14-1
16	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V15-1
17	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V16-1
18	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V17-1
19	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V18-1
20	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V19-1
21	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V20-1
22	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V21-1
23	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Ета]	=ОбъемСредств*Таблиця	=Таблиця1[[#Эта строка];[Акт]	=ЕСЛИ(СТРОКА())=2;0;Таблиця1[[#Эта строка];[Портфель Вартість вкладень]]/V22-1

Рис. 4.14. Розрахунки питомої ваги кожного проекту в портфелі (режим формул)

Отримано наступні дані щодо ефективності портфеля (рис. 4.15, 4.16).

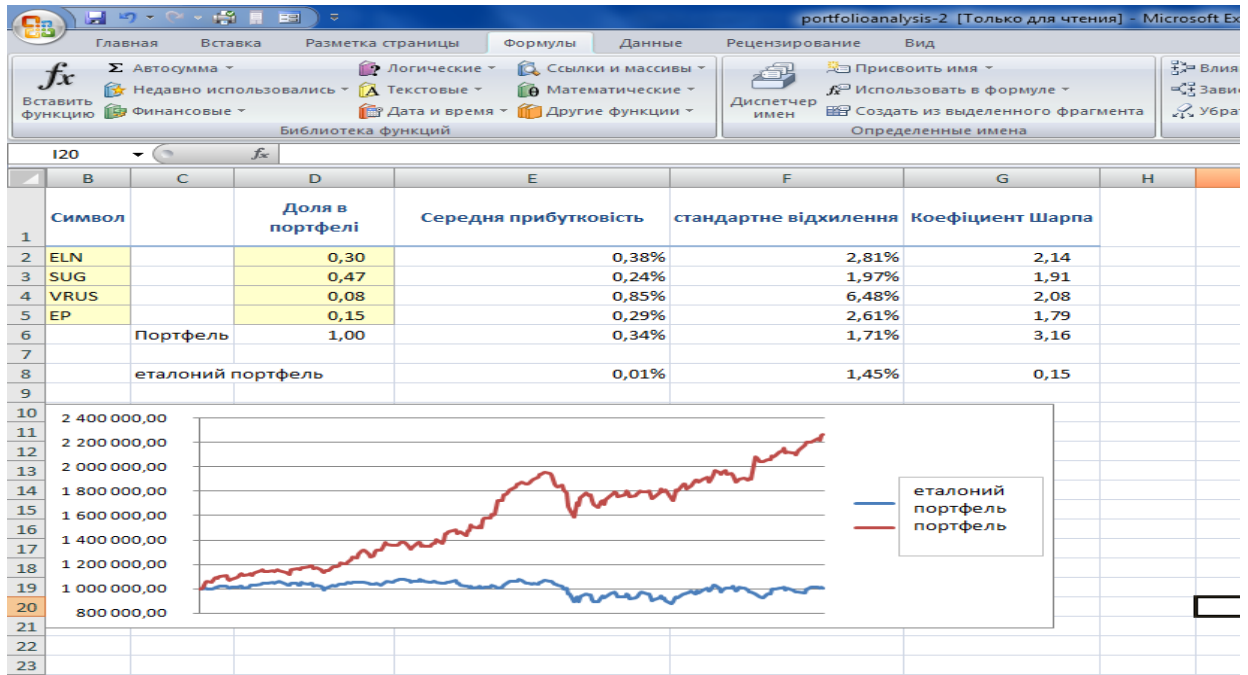


Рис. 4.15. Розрахунки звіту про ефективність портфеля та проектів, що до нього входять (режим даних)

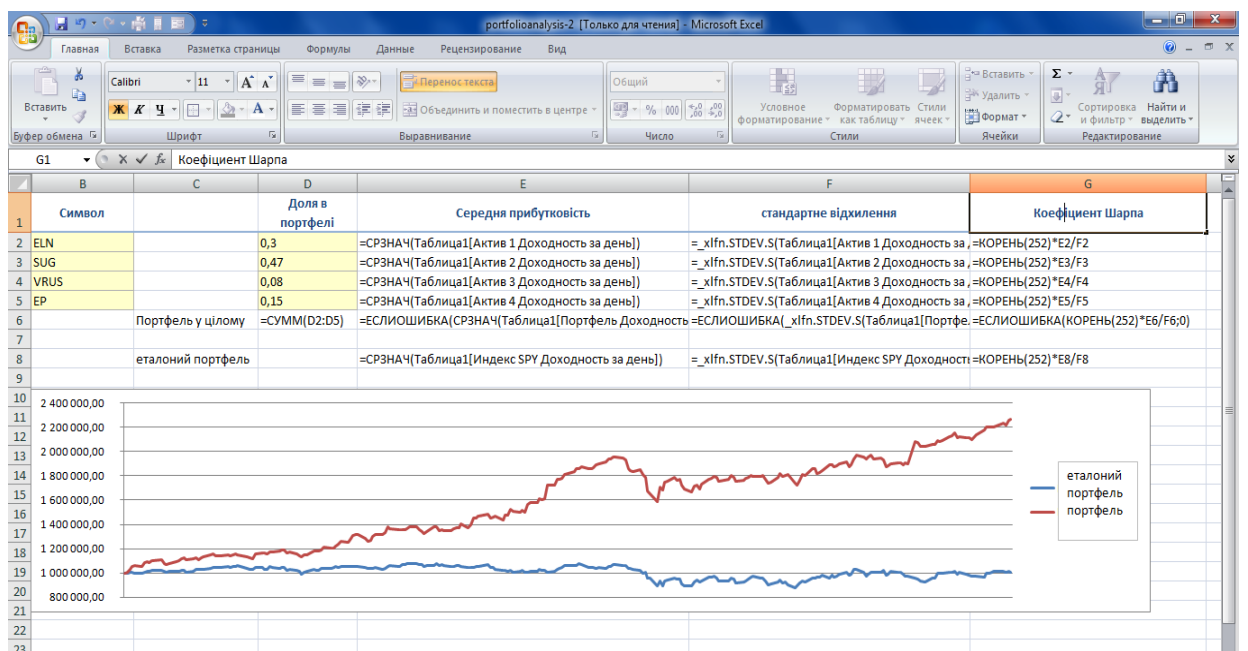


Рис. 4.16. Розрахунки звіту про ефективність портфеля та проектів, що до нього входять (режим формул)

Таким чином ми отримали модель, яка може використовуватися для оцінки ефективності портфеля з 4 проектів. Показник, за яким оцінюється

ефективність портфеля – коефіцієнт Шарпа, чим він більший, тим краще. Після певної класичної оптимізації портфеля вийшло число 3,16.

#### **4.2 Модель організаційної структури проектно-орієнтованого центру інноваційного розвитку підприємства**

З метою організації описаної концепції інвестиційної діяльності в межах металургійного підприємства пропонується створення організаційної структури, що буде реалізовувати таку діяльність. Виходячи з характеру такої діяльності, а також необхідності реалізації принципу інноваційності (табл. 4.1), сформуємо модель проектно-орієнтованого центру інноваційного розвитку (ПрОЦР) (рис. 4.17).

Відзначаючи, що практика металургійних підприємств свідчить про наявність окремих напрямків діяльності – інноваційного і проектного, які, як правило, не пов'язані один з одним, що є управлінським розривом і не кореспондується із сучасним баченням і підходами до управління проектами і програмами, в моделі ПрОЦР передбачимо організаційне поєднання вказаних напрямків.

Директор проектно-орієнтованого центру інноваційного розвитку у структурі металургійного підприємства має підпорядковуватися заступнику виконавчого директора з розвитку (або посаді, що має аналогічну назву або функціональне спрямування).

В наведеній організаційній структурі передбачено три напрямки діяльності – підбір (розробка) інновацій, передпроектна підготовка і впровадження проектів, портфелів і програм. Напрямки очолюють заступники директора центру з відповідних питань. Новим в організаційній структурі є напрям перед проектною підготовкою, що забезпечує інтеграцію інноваційного напрямку і напрямку впровадження, здійснює перетворення проаналізованих інновацій в проектну пропозицію – формує обґрунтування і

моделі для реалізації проектів, портфелів і програм розвитку металургійного підприємства.

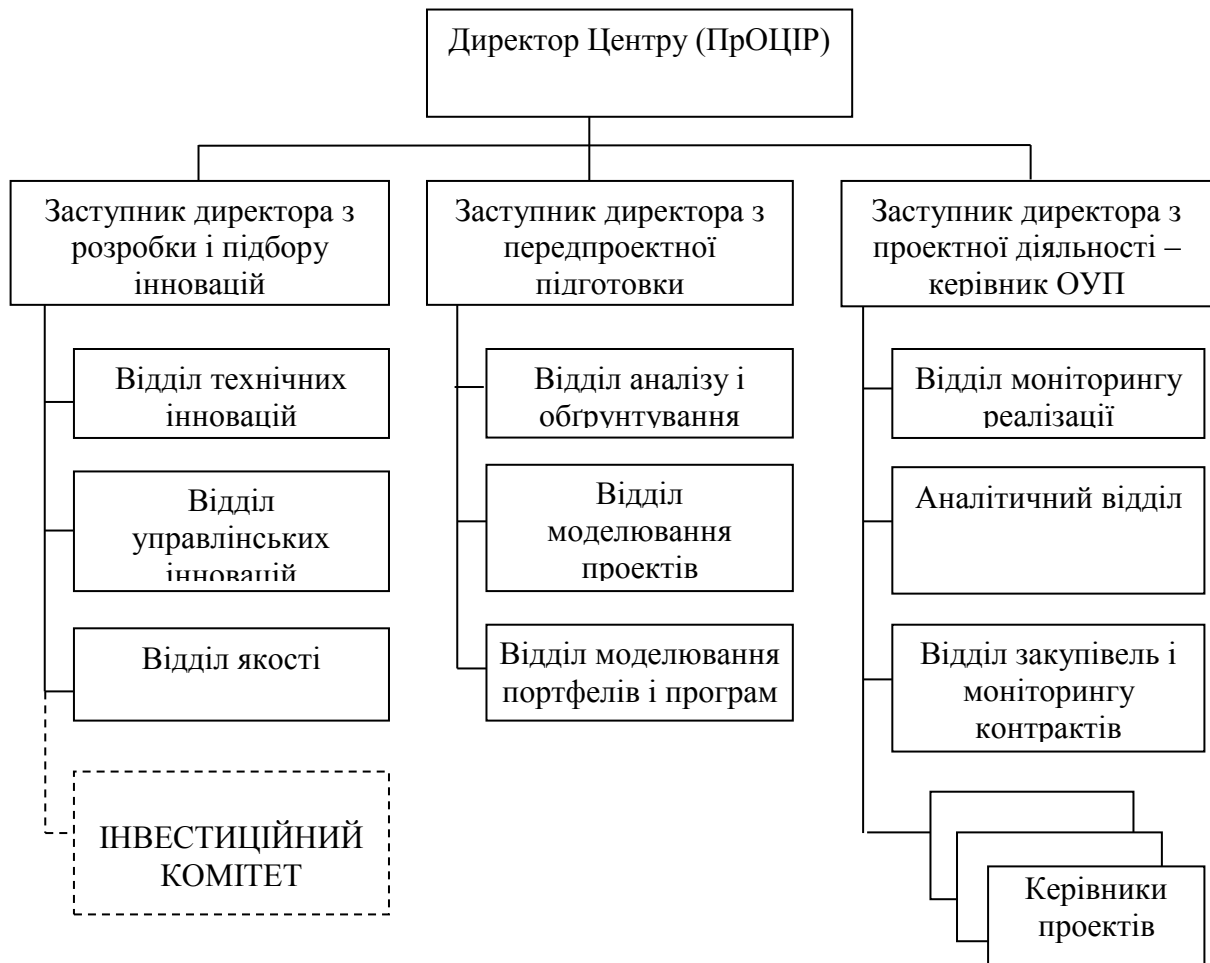


Рис. 4.17. Організаційна структура проектно-орієнтованого центру інноваційного розвитку

Функціонально заступнику директора ПрОЦІР з інновацій підпорядковується Інвестиційний комітет, однак цей комітет не входить до структури ПрОЦІР, оскільки головою Інвестиційного комітету, як правило, є голова правління виробничого об'єднання (холдингу), його перший заступник або виконавчий директор.

Місією ПрОЦІР є забезпечення лідерства металургійного підприємства у галузі, відповідності його сучасним вимогам і орієнтація на успішне майбутнє.



Головною метою функціонування ПрОЦП є сталий розвиток металургійного підприємства через впровадження найсучасніших і найефективніших інновацій за допомогою обґрунтованих, добре підготовлених і вміло керованих проектів, портфелів і програм.

Основними задачами ПрОЦП є:

- вибір кращих інновацій, що пропонує ринок;
- розробка власних інновацій;
- планування, впровадження і забезпечення якості роботи і продуктів металургійного підприємства;
- глибокий і всебічний аналіз інновацій;
- організація і аналітична підтримка роботи Інвестиційного комітету, що приймає рішення щодо впровадження;
- підготовка бізнес-планів і техніко-економічних обґрунтувань реалізації інновацій і проектів, що їх впроваджують;
- розробка зведених планів реалізації окремих проектів (плани мають включати усі основні аспекти УП – управління часом, вартістю, ризиками тощо);
- розробка структури портфелів проектів металургійного підприємства і програм розвитку на основі моделей, кроків і алгоритмів, запропонованих у цій дисертаційній роботі;
- безпосереднє професійне управління проектами, портфелями проектів і програмами розвитку металургійного підприємства;
- аналітична підтримка реалізації проектів, портфелів і програм.

З метою визначення основних параметрів посад ПрОЦП були розроблені організаційно-функціональні моделі посад директора центру і його заступників (табл. 4.17 – 4.20).

Таблиця 4.17

### Організаційно-функціональна модель посади «Директор центру»

Характеристика	
	Опис посади
.	<p><i>Назва</i> – директор центру</p> <p><i>Підпорядкування</i> – заступнику директора холдингу з розвитку</p> <p><i>Підлеглі</i> – заступник з розробки і підбору інновацій, заступник з передпроектної підготовки, заступник з проектної діяльності</p> <p><i>Термін перебування на посаді</i> – 2 роки (до перепризначення)</p>
	Схема взаємодії з підлеглими
.	<p><i>Наради</i> – періодична щотижнева, оперативна за необхідності</p> <p><i>Звіти</i> – щотижневі, щомісячні</p> <p><i>Мотивація</i> – за кількість генерованих ідей, співвідношення «передані на впровадження/генеровані», співвідношення «успішні проекти/усі проекти», якість управління (відхилення по термінах, вартості)</p>
	Опис основних функцій
.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ організація діяльності центру;</li> <li>✓ лобіювання проектів, портфелів і програм розвитку у виконавчій дирекції і раді акціонерів;</li> <li>✓ віднайдення ресурсів для реалізації проектів (захист бюджетів);</li> <li>✓ розставлення пріоритетів між проектами в портфелях і програмах;</li> <li>✓ прийняття стратегічних рішень щодо портфельного і програмного управління.</li> </ul>
	Моделі і методи, що застосовує в роботі
.	<p><i>Управлінські</i> – моделі управління проектами, ранжирування проектів</p> <p><i>Поведінкові</i> – мотивація, лідерство, створення позитивного мікроклімату</p>

Модель посади в ПрОЦІР, що відповідає управлінській ролі керування вибором і розробкою інновацій, наведена в табл. 4.18.

Таблиця 4.18

### Організаційно-функціональна модель посади

#### «Заступник директора центру з розробки і підбору інновацій»

Характеристика	
	Опис посади
.	<p><i>Назва</i> – заступник директора з розробки і підбору інновацій</p> <p><i>Підпорядкування</i> – директору ПрОЦІР</p> <p><i>Підлеглі</i> – начальники відділів: технічних інновацій, управлінських інновацій, якості</p> <p><i>Термін перебування на посаді</i> – 1 рік (до перепризначення)</p>
	Схема взаємодії з підлеглими
.	<p><i>Наради</i> – періодична щоденна оперативна, щотижнева підсумкова, кризова за необхідності</p> <p><i>Звіти</i> – щоденні, щотижневі, щомісячні</p> <p><i>Мотивація</i> – за кількість генерованих ідей, глибину опрацювання ідей, відповідність якості</p>
	Опис основних функцій
.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ організація діяльності напрямку;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ забезпечення ефективних шляхів і методів пошуку інноваційних ідей;</li> <li>✓ організація вивчення кращого закордонного досвіду галузі (відвідання виставок, конференцій, симпозіумів, обмін досвідом);</li> <li>✓ організація вивчення кращого досвіду з управління проектами;</li> <li>✓ організація постійних зв'язків з науковими колами.</li> </ul>
	Моделі і методи, що застосовує в роботі
.	<i>Управлінські</i> – моделі організації управління, інноваційної діяльності <i>Поведінкові</i> – мотивація, лідерство, створення позитивного мікроклімату

Модель посади в ПрОЦПР, що відповідає управлінській ролі здійснення передпроектної підготовки, наведена в табл. 4.19.

Таблиця 4.19

**Організаційно-функціональна модель посади  
«Заступник директора центру з передпроектної підготовки»**

	Характеристика
	Опис посади
.	<i>Назва</i> – заступник директора з передпроектної підготовки <i>Підпорядкування</i> – директору ПрОЦПР <i>Підлеглі</i> – начальники відділів: аналізу і обґрунтування, моделювання проектів, моделювання портфелів і програм <i>Термін перебування на посаді</i> – 1 рік (до перепризначення)
	Схема взаємодії з підлеглими
.	<i>Наради</i> – періодична щоденна оперативна, щотижнева підсумкова, кризова за необхідності <i>Звіти</i> – щоденні, щотижневі, щомісячні <i>Мотивація</i> – за кількість і глибину розроблених обґрунтувань, кількість і якість розроблених проектів, збалансованість розроблених портфелів і програм
	Опис основних функцій
.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ організація діяльності напрямку;</li> <li>✓ затвердження методології (змін до методології) бізнес-аналізу і проведення техніко-економічного обґрунтування;</li> <li>✓ затвердження методів (змін до методів) побудови моделей проектів;</li> <li>✓ затвердження методів вибору проектів до портфелю (програми), ранжирування проектів у портфелі (програмі)</li> </ul>
	Моделі і методи, що застосовує в роботі
.	<i>Управлінські</i> – моделі управління проектами, ранжирування проектів <i>Поведінкові</i> – мотивація, лідерство, створення позитивного мікроклімату

Модель посади в ПрОЦПР, що відповідає управлінській ролі керівника офісу управління проектами, наведена в табл. 4.20.

Таблиця 4.20

**Організаційно-функціональна модель посади  
«Заступник директора центру з проектної діяльності – керівник  
ОУП»**

Характеристика	
.	Опис посади
.	<i>Назва</i> – заступник директора з проектної діяльності, керівник Офісу управління проектами <i>Підпорядкування</i> – директору ПрОЦПР <i>Підлеглі</i> – керівники проектів, портфелів, програм, начальники відділів: моніторингу реалізації, аналітичного, закупівель і моніторингу контрактів <i>Термін перебування на посаді</i> – 1 рік (до перепризначення)
Схема взаємодії з підлеглими	
.	<i>Наради</i> – періодична щоденна оперативна, щотижнева підсумкова, кризова за необхідності, нарада по проекту (портфелю, програмі) <i>Звіти</i> – щоденні, щотижневі, щомісячні <i>Мотивація</i> – за якість управління проектами, портфелями, програмами (відхилення по термінах, вартості), за ефективність закупівельних конкурсів (співвідношення ціна-якість), дотримання термінів контрактів
Опис основних функцій	
.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ організація діяльності напрямку;</li> <li>✓ затвердження загальних принципів корпоративної методології управління проектами, портфелями і програмами розвитку;</li> <li>✓ затвердження регламентів управління ризиками, змінами тощо;</li> <li>✓ затвердження паспортів проектів;</li> <li>✓ прийняття рішення по розподілу ресурсів між проектами.</li> </ul>
Моделі і методи, що застосовує в роботі	
.	<i>Управлінські</i> – моделі і методи управління проектами, аспектами проекту <i>Поведінкові</i> – мотивація, лідерство, створення позитивного мікроклімату

Опишемо функціонал відділів, що входять до організаційної структури ПрОЦПР (рис. 4.17). Відділ технічних інновацій відповідатиме за вибір, розробку та аналіз інновацій у технічному та технологічному аспекті діяльності металургійного підприємства для формування пропозиції щодо їх (інновацій) впровадження.

Відділ управлінських інновацій відповідатиме за вибір, розробку та аналіз інновацій в управлінському аспекті діяльності металургійного підприємства для формування пропозиції щодо їх (інновацій) впровадження.

Відділ якості відповідатиме за розробку, вдосконалення, впровадження та моніторинг підходів щодо управлінської і технологічної якості на металургійному підприємстві.

Відділ аналізу і обґрунтування відповідатиме за здійснення всебічного і глибокого дослідження інновацій, підготовки техніко-економічного обґрунтування і бізнес-планів щодо впровадження інновацій через проекти. За результатами аналізу відділ готує рекомендації щодо впровадження/невпровадження досліджуваних інновацій з визначенням показників ефективності.

Відділ моделювання проектів розробляє плани впровадження затверджених до впровадження інновацій у формі проектів – плани управління змістом, якістю вартістю, часом тощо; розробляє календарно-сітьову модель реалізації проекту. Поєднуючи і узгоджуючи відповідні плани управління аспектами проекту, формує зведений план впровадження проекту, готує паспорт проекту.

Відділ моделювання портфелів і програм відбирає проекти для формування портфелів і програм розвитку металургійного підприємства, встановлює ранги проектів у портфелі (програмі), готує рекомендації до управління портфелем (програмою) з урахуванням особливостей конкретних проектів і портфелів (програм).

Відділ моніторингу реалізації відслідковує реалізацію проектів, портфелів і програм розвитку металургійного підприємства, готує звіти щодо впровадження, аналізує ризики плану впровадження, формує рекомендації щодо оптимізації графіків реалізації проектів, портфелів і програм.

Аналітичний відділ здійснює підтримку реалізації проектів, портфелів і програм розвитку металургійного підприємства, визначає (коректує) методологію управління проектами, портфелями і програмами, аналізує загальні ризики, обчислює показники реалізації проектів, портфелів і програм, організовує наради за проектами, портфелями і програмами, здійснює організаційно-аналітичну підтримку діяльності керівника ОУП.

Відділ закупівель і моніторингу контрактів здійснює дві основні функції – проведення закупівель і моніторинг виконання контрактів. В рамках першої функції відділ визначає процедуру і обмеження, організовує

закупівельні конкурси, визначає переможця конкурсу. В рамках другої функції з переможцем укладається контракт, умови якого відслідковуються з метою належного і вчасного виконання виконавцем (підрядником).

Окремо зупинимось на діяльності Інвестиційного комітету, що передбачається створити на металургійному підприємстві. Інвестиційний комітет рекомендується збирати один раз на квартал, що відповідає періоду звітності підприємства, згідно якого визначаються пріоритети і діяльність на наступний звітний період. Головою Інвестиційного комітету, як було зазначено вище, рекомендується призначити голову акціонерів холдингу, його заступника або виконавчого директора. Передбачається, що координувати роботу комітету буде заступник директора ПрОЦР з розробки і підбору інновацій. Поряд з постійними членами Інвестиційного комітету, на його засідання можуть бути запрошені працівники підприємства, представники холдингу та незалежні експерти з питань інновацій, проектного управління та предметної сфери проектів, що розглядаються. Секретарем Інвестиційного комітету рекомендується призначити працівника відділу управлінських інновацій.

## Висновки до розділу 4

1. Аналіз результатів, отриманих при апробації моделі формування ефективних портфелів проектів, показує, що при коректних експертних оцінках показників проектів, запропонована модель адекватна і, відповідно може використовуватися як один з інструментів підвищення ефективності управління підприємствами металургійної галузі.

2. Розроблено модель проектно-орієнтованого центру інноваційного розвитку (ПрОЦІР) підприємства металургійної галузі, зокрема запропоновано організаційну структуру центру, визначено його підпорядкованість, описані організаційно-функціональні моделі директора центру та трьох його заступників – з розробки і підбору інновацій, з передпроектної підготовки, з проектної діяльності (останній одночасно виконує обов'язки керівника ОУП). Розглянутий основний функціонал дев'яти відділів, що входять до організаційної структури, описано принципи функціонування Інвестиційного комітету підприємства металургійної галузі. Запропоновані організаційні інструменти дозволять впорядкувати та систематизувати роботу з формування портфелів проектів підприємства металургійної галузі, забезпечать ґрунтовний вибір інновацій до впровадження, глибокий перед проектний аналіз, професійну розробку і впровадження проектів і портфелів проектів, ефективний механізм включення проектів у портфель і ранжирування проектів портфелю.

## ВИСНОВКИ

На підставі отриманих результатів зроблено наступні висновки:

1. Аналіз методології управління проектами, стосовно питання формування портфеля проектів, показав, що єдиного підходу до формування стійкого інвестиційного портфелю проектів на практиці не застосовується, кожна виробнича компанія самостійно розробляє підходи до розробки та впровадження портфелів проектів у відповідності до своїх цілей та можливостей. Зазначено, що коректне формування портфеля проектів можливо при встановленні взаємозв'язків показників не фінансового характеру (тобто логічних, технологічних) з фінансово-економічними показниками, якщо останні можуть бути досягнуті за рахунок перших.

2. Дослідження практичних методів формування інвестиційного портфеля проектів на металургійних підприємствах виявило принципи формування інвестиційної програми на металургійних підприємствах, зокрема, принцип інноваційності, принцип результативності, принцип проактивності, принцип економічної доцільності, принцип відповідності стратегії, принцип збалансованості, принцип безперервності та інші. Як показує практика, у більшості випадків, розподіл по портфелях здійснюється неформальними методами: логічних висновків, експертних оцінок і методом аналогій. Формальні методи застосовуються виключно для ранжирування проекту всередині портфеля проектів.

3. Удосконалено математичну модель оцінки ризиків портфелю, яка відрізняється від існуючих, використанням ймовірнісних характеристик і нечітких множин параметрів інвестиційних проектів. Для побудови адекватної моделі формування ефективних портфелів проектів здійснена формалізація ризику проекту шляхом визначення сукупного ризику портфеля проектів через матрицю ризиків взаємної реалізації проектів, визначення ймовірнісних значень. Запропоновано основні параметри проекту. Виділено основні фактори, що визначають корисність проекту. Значимість факторів,



що визначають корисність проекту пропонується оцінювати за правилом Фішберна.

4. Отримали подальший розвиток методичні аспекти застосування теорії можливостей при формуванні портфелю проектів. Розглянуто нечіткі обмеження (бюджет, людські ресурси, стратегічні обмеження), які використовуються при вирішенні завдань формування портфеля проектів. Стратегічні обмеження показують, яка пропорція між стратегічними цілями повинна дотримуватися при розподілі фінансових ресурсів портфеля. Модель формування портфеля проектів представлено як нечітку задачу цілочисельного лінійного програмування. Цільовою функцією моделі є сукупна цінність портфеля проектів.

5. Формалізовано мультипараметричну модель гармонізації для максимізації корисності портфелю проектів з метою отримання загальної оцінки якості функціонування металургійного підприємства. Рішення проблеми гармонізації виконано в кілька етапів. На першому етапі визначено алгоритм вивчення для дослідження всіх можливих комбінацій незалежних основних значень. Отримані значення незалежних параметрів використовуються як вхідні значення на другому етапі, де для кожного залежного параметра вирішується задача часткової допоміжної оптимізації. Побудована модель часткової оптимізації визначення оптимальних значень бюджету для кожного заходу проектів портфеля для максимізації умовної ймовірності проекту. На наступному етапі значення корисності системи розраховується за допомогою значень основних параметрів з наступним пошуком екстремуму для того, щоб визначити оптимальну комбінацію значень усіх основних параметрів для досягнення максимуму корисності системи. Дослідження проводилося по двом параметрам: бюджет  $C$  і строк  $D$ .

6. Побудована модель гармонізації для управління стохастичними мережними проектами, мета якої – оптимальний перерозподіл бюджету між проектами портфеля. Запропоновано поетапний метод для контролю PERT-COST мережних проектів портфеля за допомогою гармонізації. Метод

включає 7 етапів, яким передують нульовий етап формалізації вихідної інформації.

7. Розглянуто оцінювання ефективності портфеля інвестиційних проектів за допомогою коефіцієнту Шарпа RVAR (англ. Reward-to-variability ratio) і коефіцієнту Трейнора RVOL (англ. Reward-to-volatility ratio). При оцінюванні використано коефіцієнт стандартного відхилення і Бета-коефіцієнт, ринкові лінії CML і SML. Формалізовано процес порівняння портфеля інвестиційних проектів з еталонним портфелем. За допомогою моделювання з використанням табличного процесора MS Excel проілюстровано підхід до вибору проектів для включення у портфель і оцінювання ефективності портфеля та проектів, що до нього входять.

8. Аналіз результатів, отриманих при апробації моделі формування ефективних портфелів проектів, показує, що при коректних експертних оцінках показників проектів, запропонована модель адекватна і може використовуватися як один з інструментів підвищення ефективності управління підприємствами металургійної галузі.

9. Розроблено модель проектно-орієнтованого центру інноваційного розвитку (ПрОЦІР) підприємства металургійної галузі, зокрема запропоновано організаційну структуру центру, визначено його підпорядкованість, описані організаційно-функціональні моделі посад директора центру та його заступників. Запропоновані організаційні інструменти дозволять впорядкувати та систематизувати роботу з формування портфелів проектів підприємства металургійної галузі, забезпечать ґрунтовний вибір інновацій до впровадження, глибокий передпроектний аналіз, професійну розробку і впровадження проектів і портфелів проектів, ефективний механізм включення проектів у портфель і ранжирування проектів портфелю.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев, С. И. Исследование систем управления [Текст] : Учебно-методический комплекс / С. И. Алексеев. – М.: Изд. центр ЕАОИ, 2008. – 195 с.
2. Аньшин, В. М. Исследование методологии оценки и анализа зрелости управления портфелями проектов в российских компаниях [Текст] / В. М. Аньшин, О. Н. Ильин. – М. : ИНФРА-М, 2010. – 200 с.
3. Арчибальд, Рассел Д. Управление высокотехнологическими программами и проектами [Текст] / Р. Д. Арчибальд. – М. : «Академия АйТи», 2004. – 472 с.
4. Ашманов, И. Жизнь внутри пузыря [Текст] / И. Ашманов. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2008. – 208 с.
5. Баркалов, С. А. Минимизация упущенной выгоды в задачах управления проектами [Текст] / С. А. Баркалов, В. Н. Бурков. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 56 с.
6. Безверхнюк, Т. М. Управління проектами в публічній сфері [Текст] : навч. посіб. з грифом МОН / Т. М. Безверхнюк, Н. О. Котова, С. А. Попов. – Одеса : ОРІДУ НАДУ, 2011. – 352 с.
7. Белощицкий, А. А. Расширяющаяся вселенная проектов / А. А. Белощицкий, Ю. Н. Тесля // Вісник ЧДТУ. – 2011. – № 3. – С. 67–71.
8. Білоконь, А. І. Реструктуризація теплоенергетичної галузі [Текст] / А. І. Білоконь, І. В. Тріфонов, Є. Ю. Вітютин // Зб. наук. праць ДНУ: Економіка: проблеми теорії та практики. Вип. 224. Т.1. – Дніпропетровськ: Видавництво «Наука і освіта», 2007. – С.140-145.
9. Білоконь, А. І. Управління проектами і програмами реструктуризації [Текст] / А.І. Білоконь, І.В. Тріфонов. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2008. – 138с.
10. Бланк, И. А. Основы инвестиционного менеджмента [Текст] : Т.2. / И. А. Бланк. – К. : Эльга-Н Ника-Центр, 2001. – 462 с.
11. Брук, Б. Г. Методы экспертных оценок в задачах упорядоченных объектов [Текст] / Б. Г. Брук, В. Н. Бурков // Известия. Техническая кибернетика. – 1972. – №3. – с.29-39.
12. Бушуев, С. Д. Механизмы конвергенции методологий управления проектами [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева, С.И. Неизвесный // Управління розвитком складних систем. – 2012. – Вип.11. – С.5-13.
13. Бушуев, С. Д. Управление проектами: Основы профессиональных знаний и система оценки компетенции проектных менеджеров (National Competence Baseline, NCB UA Version 3.0) [Текст] / С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева // Под ред. Бушуева С. Д. – К.: ІРІДІУМ, 2006. – 208 с.
14. Волкова, В. Н. Основы теории систем и системного анализа [Текст] : учебник / В. Н. Волкова, А. А. Денисов // Изд-е 2-е, перераб. и доп. – СПб: изд-во СПбГТУ, 2001. – 512 с.
15. ГОСТ Р 54871-2011. Проектный менеджмент. Требования к управ-

- ленію к управленію програмою [Текст]. – М.: Стандартиформ, 2011. – 12 с.
16. Грей, Клиффорд Ф. Управление проектами [Текст] : Практическое руководство / Клиффорд Ф. Грей, Эрик У. Ларсон ; пер. с англ. – М. : Изд-во «Дело и Сервис», 2003. – 528 с.
17. Демарко, Том. Deadline [Текст] / Т. Демарко. – М. : ВЕРШИНА, 2006. – 143 с.
18. Дюбуа, Д. Теория возможностей: приложения к представлению знаний в информатике. [Текст] / Д. Дюбуа, А. Прад. – Пер. с фр. – М.: Радио и связь, 1990. – 288 с.
19. Закон України «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» від 14 вересня 2006 року № 143-V.
20. Закон України «Про інвестиційну діяльність» від 18 вересня 1991 року № 1560-XII.
21. Закон України «Про інноваційну діяльність» від 4 липня 2002 р., № 40 - IV.
22. Закон України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі» від 15 грудня 1993 р. № 3687-XII.
23. Закон України «Про охорону прав на знаки для товарів і послуг» від 15 грудня 1993 р. № 3689-XII.
24. Закон України «Про охорону прав на промислові зразки» від 15 грудня 1993 р., №3688-XII.
25. Закон України «Про стандартизацію» від 17 травня 2001 року № 2408-III.
26. Заренков, В. А. Управление проектами [Текст]: учеб.пособие / В. А. Заренков. – 2-изд. – М. : АСВ, 2006. – 311 с.
27. Крупнейший сборник онлайн словарей [Электронный ресурс] / Онлайн словари и энциклопедии. – Режим доступа : \WWW/ URL:<http://www.onlinedics.ru/slovar/fil/m/metod.html> – 04.03.2015 р. – Загол. з екрану.
28. Лапигин, Ю. М. Управление проектами: от планирования до оценки эффективности [Текст] / Ю. М. Лапигин. – М. : Омега-Л, 2008. – 252 с.
29. Мазур, И. И. Управление проектами [Текст] : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / И. И. Мазур [и др.] ; под общ. ред. И. И. Мазура и В. Д. Шапиро. – 6-е изд., стер. – М. : Издательство «Омега-Л», 2010. – 960 с.
30. Майорова, Т. В. Інвестиційна діяльність [Текст] : підруч. / Т. В. Майорова. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 472 с.
31. Матвеев, А. А. Модели и методы управления портфелями проектов [Текст] / А.А.Матвеев, Д.А.Новиков, А.В.Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005.–101 с.
32. Метод анализа иерархий [Электронный ресурс]/ Вікіпедія. – Режим доступа: \WWW/ URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_анализа\\_иерархий](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_анализа_иерархий). – 11.05.2015 р. – Загол. з екрану.
33. Методика ранжирования и приоритизации проектов ООО «Метинвест холдинг» [Текст].– Донецк: Изд-во «Метинвест холдинг», 2011. – С.2-4.
34. Наказ Міністерства економіки України, Міністерства освіти і науки

України, Міністерства промислової політики України «Про затвердження Методики оцінки ефективності виконання інноваційних проектів та діяльності технологічних парків» від 21.11.2005 р. № 434/668/442.

35. Ноздріна, Л. В. Управління проектами [Текст]: підручник / Л. В. Ноздріна, В. І. Ящук, О. І. Полотай. – К. : ЦУЛ, 2010. – 432 с.

36. Ньюелл, Майкл В. Управление проектами для профессионалов. Руководство по подготовке к сдаче сертификационного экзамена [Текст] / М. В. Ньюелл. – М.: Кудиц-прес, 2008. – 416 с.

37. Оптнер, С. Л. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности [Текст] / Станфорд Л. Оптнер; Пер. с англ., вступ. ст. С. П. Никанорова. – 3-е изд., стереотипное. – М.: Концепт, 2006. — 206 с.

38. Охорзин, В. А. Математическая экономика [Текст] / В. А. Охорзин – Красноярск: СибГАУ, 2006. – 232 с.

39. Павлов, С. Н. Теория систем и системный анализ [Текст] : учебное пособие / С. Н. Павлов. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. – С.39-45.

40. Пересада, А. А. Управління інвестиційним процесом [Текст] / А. А. Пересада. – К. :Лібра, 2002. – 472 с.

41. Политика в области инвестиционной деятельности. Дивизион стали и проката ООО «Метинвест холдинг» [Текст]. – Донецк: Изд-во «Метинвест холдинг», 2009. – С.7-8.

42. Портнов, Стенли Е. Управление проектами для «чайников» [Текст] / С. Е. Портнов. – М.: Диалектика, 2006. – 368 с.

43. Постанова Верховної Ради України «Про концепцію науково-технологічного та інноваційного розвитку України» від 13 липня 1999 року № 916-XIV.

44. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про порядок створення та функціонування технопарків та інноваційних структур інших типів» від 22 травня 1996 року № 549.

45. Пытьев, Ю. П. Возможность. Элементы теории и применения [Текст] / Ю. П. Пытьев. – М.: Едиториал УРСС, 2000. – 192 с.

46. Радионова, С. П. Оценка инвестиционных ресурсов предприятий (инновационный аспект) [Текст] / С. П. Радионова, Н. В. Радионов. – СПб.: Альфа, 2001. – 208 с.

47. Райзберг, Б. А. Современный экономический словарь [Текст] / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 2-е изд., испр. – М.: Инфра-М, 1999. – 479 с.

48. Регламент инвестиционного процесса ООО «Метинвест холдинг» [Текст]. – Донецк: Изд-во «Метинвест холдинг», 2012. – С. 18.

49. Руководство по управлению инновационными проектами и программами [Текст]: т. 1, версия 1.2 / пер. на рус. язык под ред. С.Д.Бушуева. – К.: Наук. світ, 2009. – 173 с.

50. Современная украинская энциклопедия [Текст]: Т. 13. – Харьков: Книжный «Клуб семейного досуга», 2006. – С.174.

51. Созинов, В. А. Исследование систем управления [Электронный

ресурс] / Сайт цифровых учебно-методических материалов Центра Образования ВГУЭС, редактор С. Г. Масленникова. – Режим доступа: \WWW/ URL: [http://abc.vvsu.ru/Books/issled\\_sist\\_upr/page0014.asp](http://abc.vvsu.ru/Books/issled_sist_upr/page0014.asp). – 25.12.2014 р. – Загол. з екрану.

52. Стеченко, Д. М. Інноваційні форми регіонального розвитку [Текст]: навч. посіб. / Д. М. Стеченко. – К.: Вища школа, 2002. – 254 с.

53. Строкович, А. В. Управление проектами [Текст]: учеб. пос. / А. В. Строкович. – Х.: Изд-во НУА, 2005. – 180 с.

54. Тарасюк, Г. М. Управління проектами [Текст] : навч. посіб. / Г. М. Тарасюк. – 3-тє вид. – К.: Каравела, 2009. – 320 с.

55. Титов, В. В. Морфологический подход [Электронный ресурс] / Сайт metodolog.ru. – Режим доступа : \WWW/ URL: <http://www.metodolog.ru/00915/00915.html>. – 12.03.2014 р. – Загол. з екрану.

56. Товб, А. С. Управление проектами. Стандарты, методы, опыт [Текст] / А. С. Товб, Г. Л. Ципес. – М. : «Олимп-Бизнс», 2003. – 240 с.

57. Управление персоналом. Словарь-справочник [Электронный ресурс] / Информационный ресурсный центр по научной и практической психологии «Пси-фактор». – Режим доступа: \WWW/ URL: <http://psyfactor.org/personal0.htm>. – 04.04.2015 р. – Загол. з екрану.

58. Управління інноваційними проектами та програмами. Методологія. МФУ 75.1 – 00013480 – 29.12:2010 [Текст]. – Затверджено Міністром України. Під ред. Ф.О. Ярошенко, д.е.н. (керівник розробки). – Київ, 2010. – 34 с.

59. Фатхутдинов, Р. А. Разработка управленческих решений [Текст] : Учебник / Р. А. Фатхутдинов. - 3-е изд., доп. - М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1999. – 240 с.

60. Філософський енциклопедичний словник [Текст] / НАН України, Ін-т філософії ім. Г. С. Сковороди ; редкол.: В. І. Шинкарук (голова). – К.: Абрис, 2002. – 742 с.

61. Хелдман, Ким. Профессиональное управление проектами [Текст] / К. Хелдман. – М.: Біном, 2005. – 517 с.

62. Царев, В. В. Оценка экономической эффективности инвестиций [Текст] / В. В. Царев. – СПб.: «Питер», 2004. – 464 с.

63. Цюцюра, С. В. Управління інноваційними проектами модернізації підприємств енергоємних галузей [Текст]: дис.. д-ра техн. наук: 05.13.22 / С.В. Цюцюра // Київський національний ун-т будівництва і архітектури. – К., 2007. – 342 с.

64. Черваньов, Д. М. Менеджмент інноваційно-інвестиційного розвитку підприємств України [Текст] : монографія / Д. М. Черваньов, Л. І. Нейкова. – К. :Знання, 1999. – 514 с.

65. Чернов, С. К. Система управления кризисами на наукоемких промышленных предприятиях [Текст] / С.К. Чернов// «Судостроение и морская инфраструктура»: Міжнародний збірник наукових праць, №1, 2014. – Миколаїв: НУК, с.93-102.

66. Щедровицкий, П. Г. К анализу топики организационно-деятельностных игр [Текст]: Препринт. /П. Г. Щедровицкий. – М.: Научн.

центр биол. иссл-й АН СССР в Пущино, 1987. – 43 с.

67. Ярошенко, Ф. А. Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний Р2М [Текст] / Ф. А. Ярошенко, С. Д. Бушуев, Х. Танака. – К. : 2011. – 268 с.

68. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Fifth Edition [Text] / USA. – PMI, 2013. – 589 p.

69. Albach, H. Investition and Liquiditat. Die Planung: des optimalen Investitionsbudgets [Text] / Albach H. – Wiesbaden, 1962. – 68 p.

70. Baker, J. R. Recent advances in R&D benefit measurement and project selection methods [Text] / J. R. Baker, J. R. Freelfnd // Management Science. – Vol.21, No6. – pp.1164-1175.

71. Buckley, J. J. The fuzzy mathematics of finance. [Text] / J. J. Buckley // Fuzzy Sets and Systems, 21, 1987. – pp.257-273.

72. Carlsson, C. A fuzzy real options model for R&D project evaluation. [Text] / C. Carlsson, R. Fuller, P. Majlender // Proceedings of the Eleventh IFSA World Congress, University Press and Springer. – Beijing, 2005. – pp.1650-1654.

73. Carlsson, C. On optimal investment timing with fuzzy real options. [Text] / C. Carlsson, R. Fuller // Proceedings of the EURO-FUSE 2001 Workshop on Preference Modelling and Applications, 2001. – pp.235-239.

74. Chan, D. Y. Application of extent analysis method in fuzzy. [Text] / D. Y. Chan // AHP. European Journal of Operation Research, 95, 1996. – pp.649-655.

75. Chui, Y. C. Fuzzy cash flow analysis using present worth criterion. [Text] / Y. C. Chui, S. P. Chan // Engineering Economist, 39, 1994. – pp.113-138.

76. Dimova, L. MCDM in a fuzzy setting: Investment projects assessment application.[Text] / L. Dimova, P. Sevastianova, D. Sevastianov // Int. J. Production Economics, 100, 2006. – pp.10-29.

77. Geske, R. The valuation of compound options. [Text] / R. Geske // Journal of Financial Economics, 7, 1979. – pp.63-81.

78. Guide – Standardization and Related Activities – General Vocabulary : ISO/IEC Guide 2:2004 (E/F/R) — ISO/IEC, Eighth edition 2004. — XIV, 60 p. [Електронний ресурс] // Настанова – Стандартизація та суміжні види діяльності – Загальний словник. Восьме видання – Режим доступу : \WWW/ URL: [http://www.iso.org/iso/iec\\_guide\\_2\\_2004.pdf](http://www.iso.org/iso/iec_guide_2_2004.pdf). – 21.07.2015 p. – Загол. з екрану.

79. Helin, A. F. Experimental test of a Q-sort procedure for prioritizing R&D projects [Text] / A. F. Helin, W. E. Souder // IEEE Transactions on Engineering Management, Vol.EM-21, No4. – pp.159-164.

80. Huang, X. Optimal project selection with random fuzzy parameters. [Text] / X. Huang // Int. J. Production Economics, 106, 2007. – pp.513-522.

81. Inuiguchi, M. Possibilistic linear programming: a brief review of fuzzy mathematical programming and a comparison with stochastic programming in portfolio selection problem. [Text] / J. Ramik, M. Inuiguchi // Fuzzy Sets and Systems, 111, 2000. – pp.3-28.

82. ISO 21500:2012. Guidance on project management [Text] / Project

Committee ISO/PC 236. – ISO, 2012. – 36 p.

83. Iwamura, K. Chance constrained integer programming models for capital budgeting in fuzzy environments. [Text] / K. Iwamura, B. Liu // *Journal of the Operational Research Society*, 49, 1998. – pp.854-860.

84. Kahraman, C. Capital budgeting techniques using discounted fuzzy versus probabilistic cash flows [Text] / C. Kahraman, D. Ruan, E. Tolga // *Information Sciences*, 142, 2002. – pp.57-76.

85. Kahraman, C. Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy. [Text] / C. Kahraman, U. Cebeci, D. Ruan // *AHP: the case of Turkey. International Journal of Production Economics*, 87, 2004. – pp.171-184.

86. Kuchta, D. Fuzzy capital budgeting [Text] / D. Kuchta // *Fuzzy Sets and Systems*, 111, 2000. – pp.367-385.

87. Lai, Y.J. Possibilistic linear programming for managing interest rate risk [Text] / Y. J. Lai, H. C. Lai // *Fuzzy Sets and Systems*, 54, 1993. – pp.135-146.

88. Lee, J.W. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection [Text] / J. W. Lee, S. H. Kim // *Computers & Operations Research*, 27, 2000. – pp.367-382.

89. Lefley, F. Applying the FAP model to the evaluation of strategic information technology projects [Text] / F. Lefley, J. Sarkis // *International Journal of Enterprise Information Systems*, 1, 2005. – pp.69-90.

90. Liang, G. S. A fuzzy multi criterion decision making for facility site selection». [Text] / G. S. Liang, M. J. Wang // *International Journal of Production Research*, 29, 1991. – pp.2313-2330.

91. Martino, J. P. Project selection [Text] / J. P. Martino // *Project Management Toolbox Tools and Techniques for the Practicing Project Manager*. – Hoboken: John Wiley and Sons, Inc. – 2003. – pp.19-66.

92. Mohamed, S. Modelling project investment decisions under uncertainty using possibility theory [Text] / S. Mohamed, A. K. McCowan // *Int. J. Project Management*, 19, 2001, pp.231-241.

93. Mohanty, R. R. A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: a case study [Text] / R. R. Mohanty, R. Agarwal, A. K. Choudhury, M. K. Tiwari // *Int. J. Production Research*, 43, 1994. – pp.5199-5216.

94. Perlitz, M. Real option valuation: the new frontier in R&D project evaluation? [Text] / M. Perlitz, T. Peske, R. Schrank // *R&D management*, 29, 1999. – pp.255-269.

95. Saaty, T. L. Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process [Text] / T. L. Saaty. – Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publicatijns, 1996.

96. Saaty, T. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process / T. Saaty // *European Journal of Operational Research*, 48, 1990. – pp.9-26.

97. The Standard for Program Management [Text]. – Project Management Institute, 2006. – 104 p.

98. Wang, J. A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real option valuation model [Text] / J. Wang, W.-L. Hwang // *Omega*, 35, 2007. – pp.247-257.



99. Whitty, S.J. The PMBOK code. [Text] / S. J. Whitty, M. F. Schulz. – 20th IPMA World Congress on Project Management, 1, 2006. – p.466-472.
100. Zadeh, L. A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility [Text] / L. A. Zadeh // Fuzzy Sets and Systems, 1, 1978. – pp.3-28.

## ДОДАТОК А Акт впровадження ПАТ «Запоріжжкокс»

000947

ПАТ «ЗАПОРІЖКОКС»

вул. Діагональна, 4  
 м. Запоріжжя, 69600 Україна  
 тел. +38 061 283 92 10  
 факс: +38 061 236 14 52  
 e-mail: [office@zaporozhcoke.com](mailto:office@zaporozhcoke.com)

Вих. № 00947 від 13.05 2015р.  
 на № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_р.



ЗАТВЕРДЖУЮ:

Генеральний директор  
ПАТ «Запоріжжкокс»Литовка В.А.  
\_\_\_\_\_ 2015р.

АКТ

Впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи

Гайдукової Ниталії Валентинівни

Комісія фахівців ПАТ «Запоріжжкокс» у складі:  
 голови комісії – в.о. головного інженера Рябовол Л.Ю.,  
 членів комісії – директора з персоналу Лук'яненко О.А, склали цей акт про те, що результати дисертаційної роботи Гайдукової Н.В., на тему «Мультипараметричне управління портфелем інвестиційних проектів металургійного підприємства», були опробуванні та знайшли практичне застосування в ПАТ «Запоріжжкокс» при формованні інвестиційної діяльності підприємства.

Були використані такі результати дисертаційної роботи:

- впроваджено комбінований метод формування ефективного портфеля проектів, який надав змогу, на основі оцінки корисності проектів за допомогою гармонізації з використанням теорії нечітких множин, оновити та покращити ефективність менеджерського рішення з підвищенням якості управління інвестиційним процесом;
- модель формування портфеля проектів, як нечітку задачу цілочисельного лінійного програмування. Аналіз результатів, отриманих при апробації моделі формування показує, що при коректних експертних оцінках показників проектів, запропонована модель адекватна і може використовуватися як один з інструментів підвищення ефективності управління підприємством.

Акт впровадження результатів дисертаційної роботи Гайдукової Н.В. обговорено та схвалено комісією ПАТ «Запоріжжкокс», протокол № 25 від 13.05.2015р.

Акт впровадження не є підставою для фінансових розрахунків.

Голова комісії:

Л.Ю. Рябовол

Члени комісії:

О.А Лук'яненко

## ДОДАТОК Б . Акт впровадження ПАТ «Запоріжсталь»

## ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Дирекція з капітального будівництва  
та інвестиційТел.: (061) \_\_\_\_\_  
Факс: (061) \_\_\_\_\_  
E-mail: \_\_\_\_\_№ 7 від 15.06.2015  
На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Генеральний директор  
ПАТ «Запоріжсталь»  
Шурма Р.І.  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015р.  


## АКТ

Впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи  
Гайдукової Ниталії Валентинівни

Комісія фахівців ПАТ «Запоріжсталь» у складі:  
голови комісії – директора з капітального будівництва та інвестицій Лебедєва А.С.,  
членів комісії – начальника управління капітального будівництва Решетько А.В., головного  
фахівця з інформаційних технологій Федчуна С.В., склали цей акт впровадження нау-  
кових положень та результатів дисертаційної роботи на тему «Мультипараметричне  
управління портфелем інвестиційних проектів металургійного підприємства», Гайдукової  
Н.В., на ПАТ «Запоріжсталь» при формованні інвестиційної діяльності підприємства.

Були використані такі результати дисертаційної роботи:

- модель гармонізації портфеля інвестиційних проектів і модель оцінки ефективності портфеля інвестиційних проектів, що дає змогу прийняти рішення при формуванні оптимально цілісного та привабливого портфеля проектів;
- впроваджена модель комп'ютерного моделювання портфеля інвестиційних проектів, що дало змогу прийняти рішення на основі розрахунку показників корисності;
- впроваджено принципи відбору і пріоритезації проектів у портфелі з метою вдосконалення процесу управління інвестиціями.

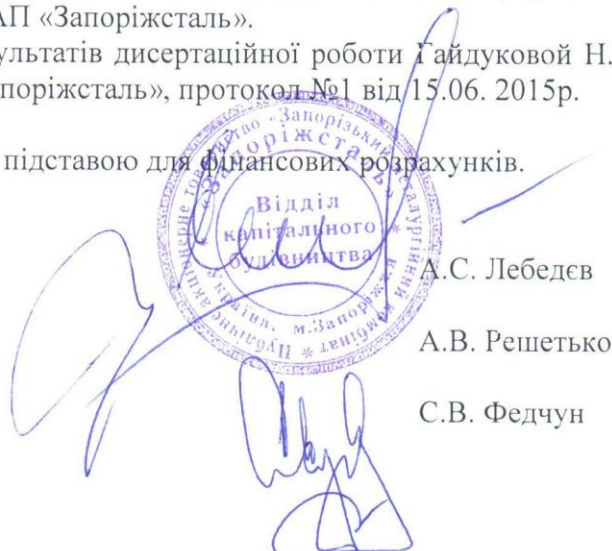
В результаті впровадження наукових положень та результатів дисертації Гайдукової Н.В. отриманий значний економічний ефект, за рахунок використання внутрішніх інновацій в інвестиційній діяльності, з підвищенням якості управління інвестиційним портфелем проектів на ПАТ «Запоріжсталь».

Акт впровадження результатів дисертаційної роботи Гайдукової Н.В. обговорено та схвалено комісією ПАТ «Запоріжсталь», протокол №1 від 15.06. 2015р.

Акт впровадження не є підставою для фінансових розрахунків.

Голова комісії:

Члени комісії:



А.С. Лебедєв  
А.В. Решетько  
С.В. Федчун

## ДОДАТОК В. Акт впровадження ТОВ «Метінвест-Промсервіс»



ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС»

69067, вул. Радіаторна 40, м.Запоріжжя,

Філія: пр. Ільіча, 53, м.Маріуполь

№ 311 від «12» жовтня 2015р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. генерального директора,  
Канд. техніч. наук, акад. МКА  
Захаров С.В.  
«12» 2015р.



### АКТ

#### Впровадження результатів кандидатської дисертаційної роботи Гайдукової Наталії Валентинівни

Акт є підтвердженням того, що наукові положення та результати дисертаційної роботи на тему «Мультипараметричне управління портфелем інвестиційних проектів металургійного підприємства», Гайдукової Н.В., впроваджені на ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС» при формованні інвестиційної діяльності підприємства.

Впровадженні наступні результати дисертаційної роботи:

- методику формування портфелю проектів на основі показників корисності, як загального показника міри привабливості проекту, який дозволяють прийняття ефективних рішень щодо проекту, незалежно від його фінансової ефективності;
- модель нечітких обмежень (трьох видів: бюджетні обмеження, обмеження на людські ресурси та стратегічні обмеження), з урахуванням яких до складу портфелю проектів гарантовано включені разом з обраним проектом всі проекти, від яких він залежить.

В результаті впровадження наукових положень та результатів дисертації Гайдукової Н.В. отриманий значний економічний ефект, за рахунок використання внутрішніх інновацій в інвестиційній діяльності, з підвищенням якості управління інвестиційним портфелем проектів на ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС».

Акт впровадження результатів дисертаційної роботи Гайдукової Н.В. обговорено та схвалено інвестиційною комісією ТОВ «МЕТІНВЕСТ-ПРОМСЕРВІС».

Акт впровадження не є підставою для фінансових розрахунків.