

В.М. Засць, М.М.Заяць // Зб. "Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології". – Львів. – 2005. – Вип. 1. – С. 146–152. 10. Харкевич А.А. Опознание образов / А.А.Харкевич // Радиотехника. – 1959.– Том 14. – С. 15–19. 11. Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания / К.Фукунага. – М.: Наука, 1979. – 512 с. 12. Горелик А.Л. Методы распознавания. / А.Л.Горелик, В.А.Скрипник. – М.: Высшая школа, 1989. – 232 с. 13. Дуда Р. Распознавание образов и анализ сцен / Р. Дуда, П. Харт – М.: Мир, 1976.– 512 с. 14. Заяць В.М., Шокира О. Визначення пріоритету детермінованих ознак при побудові системи розпізнавання об'єктів. / В.М.Заяць, О.Шокира // Зб. праць науково-практичної конф. ЛДІНТУ імені В. Чорновола "Математичне моделювання складних систем". – 2007. – С.135–137. 15. Чалая Л.Э. Модель идентификации пользователей по клавиатурному почерку / Л.Э. Чалая // Штучний інтелект. – 2004. – № 4. – С. 811–817. 16. Вовк О.Б. Проблеми захисту шрифтів як специфічних об'єктів авторського права / О.Б. Вовк // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” "Інформаційні системи та мережі". – 2008.– № 610. – С. 85–83. 17. Платонов А.В. Використання експертних ситуативних моделей у сфері державної безпеки. / А.В. Платонов, І.В. Баклан, К.В. Крамер // Зб. праць міжнар. наукової конф. ISDMCI' 2008.-Том. – Єваторія.–2008. – С. 39–43. 18. Томашевський О.М. Методи та алгоритми системи захисту інформації на основі нейромережових технологій: Автореф. дис... к-та техн. наук: 05.13.23. / О.М. Томашевський. – Львів, 2002. – С. 20. 19. Алексеев А. Алгоритм розпізнавання символів на основі структурного підходу / А. Алексеев, Заяць, Д. Іванов // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” „Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології”. – 2002. – № 468. – С.129–133. 20. Заяць В.М. Проект системи розпізнавання рукописного тексту / В.М. Заяць, Д.О. Іванов // Вісник НУ „Львівська політехніка” „Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології”. – Львів. – 2003.– № 481. – С. 78–83. 21. Заяць В.М. Архітектура подієорієнтованих систем на прикладі системи розпізнавання рукописного тексту / В.М. Заяць // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” „Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології”. – Львів. – 2004. – № 530. – С. 78–83. 22. Zayats V. Structural method of hand-written text recognition / V.Zayats, D.Ivanov // Pros. International Conf. "The experience of designing and application of CAD systems in microelectronics". – Lviv-Polyana. – 2005. – P. 493–494.

УДК 004.9

А.В. Катренко, Д.С. Магац

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра інформаційних систем та мереж

## МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛІВ ІТ-ПРОЕКТІВ

© Катренко А.В., Магац Д.С., 2010

Розглянуто проблематику організації та підтримання управління в організаціях, які реалізують свою діяльність у вигляді проектів, а також основні підходи до управління портфелем проектів, моделі та методи його формування.

**Ключові слова:** управління портфелями проектів, формування портфеля проектів, портфель проектів.

**This paper deals with problems of the project portfolio management, main goals of portfolio management, targets and tools. Also this paper describes the main principles of portfolio management and models and methods of forming project portfolio.**

**Key words:** project portfolio management, portfolio creation, projects portfolio.

### Вступ

Зі зростанням масштабів діяльності організацій у різних предметних областях діяльності людини почала виникати необхідність у способах та методах забезпечення ефективного управління

аспектами діяльності організації та об'єднання певних послідовностей дій, які спрямовані на досягнення певної мети, у проекти. Це особливо виявилось у високотехнологічних галузях зі значним відсотком інновацій [1]. У цьому випадку більшість дій є унікальними, мають певну визначену тривалість в часі, момент початку та момент завершення, і саме цим істотно відрізняються від управління звичайним функціональним підрозділом, у якому постійно виконується за змістом одна й та сама праця, що не має чіткої дати початку та завершення. Різноманітні організації почали впроваджувати та розробляти самостійно основи проектного підходу в управлінні.

Сочатку ці методи не були об'єднані та чітко сформульовані в межах певної теорії. Зусилля спрямовувались на проблеми організації та оптимізації технологічних процесів управління людськими та матеріальними ресурсами організації, крім того, не менш важливим для керівних ланок організацій різних рівнів є отримання чітко формалізованих звітів про стан підпорядкованих їм підрозділів організації. Забезпечення прозорої звітності необхідне для правильного оцінювання результатів управлінських рішень та планування подальшого ефективного управління.

З подальшим розвитком та зростанням обсягів проектів, що виконуються одночасно, проблему ефективного управління своєю діяльністю повинні були вирішувати найрізноманітніші організації, як, наприклад, комерційні приватні компанії, що надають послуги різного виду, а також державні компанії-гіганти, що виконують мегапроекти (космічні програми), які потребують взаємодії значної кількості субпідрядників, людських та технологічних ресурсів, та не можуть об'єднатись в один проект. Потреба організацій реалізовувати більш ніж один проект призвела до появи нового типу об'єктів, які пов'язані з управлінням організацією. Доцільним стало формування групи проектів (як технологічно залежних, так і незалежних) у портфелі проектів, які повинна за певний період часу реалізувати організація [6].

Це є особливо помітним для організацій, які працюють в галузі інформаційних технологій. Зазвичай в одній фірмі виконується декілька проектів одночасно, вони не пов'язані між собою формально (як у випадку мультипроєкту), але використовують спільні людські, матеріальні, інформаційні та енергетичні ресурси, і, відповідно, потребують унікальної організації системи управління [5].

Зважаючи на значне зростання технологічних можливостей, кількість проектів, які могла реалізувати організація, значно збільшилась, а кількість ресурсів на їх реалізацію залишилась обмеженою, тобто виникла проблема формування портфеля проектів, такого, що забезпечував би максимальний прибуток за обмежених ресурсів за умови ефективного використання людських та технологічних ресурсів організації. Окрім того, виникла необхідність вибудовувати стратегію діяльності – не меншого значення набуло реноме організації та інші неформальні критерії.

Це зумовило виникнення групи методів, які оперують моделями різноманітних типів, для забезпечення більшого контролю в управлінні, визначення стратегічних цілей організації, формування ефективного портфеля проектів, формування мережевих моделей для опису ресурсних потоків всередині організації тощо. Ці функції доцільно об'єднати в єдину управлінську одиницю, зі зв'язками на всіх рівнях ієрархії управління організації. Так виникли ОУП (офіси управління проектами), які повинні були забезпечувати не лише вищепераховані функції, але і займатись накопиченням та систематизацією знань і методологій у сфері управління проектами, а також координувати управлінську діяльність різних рівнів ієрархії для забезпечення ефективного управління. Окрім того, до обов'язків ОУП входило забезпечення та навчання персоналу відповідним аспектам проектного підходу в управлінні [6].

Офіс управління проектами повинен забезпечувати ефективне та швидке управління організацією. Вирішення цього завдання потребує координації та структурування великих обсягів даних. Такі дані, необхідні для прийняття управлінського рішення, не завжди є простими чи добре структурованими, можуть мати не лише числовий, а й якісний характер або вигляд інтервальних оцінок ресурсів організації. Ці складності вимагають значної уваги до формування ефективного механізму формування звітності, тобто механізму збирання та опрацювання отриманих даних. Для вирішення цих проблем створюється чи використовується відповідне програмне забезпечення, яке

впроваджується в діяльність організації загалом, що надає додаткові можливості у збиранні та структуруванні даних, але не звільняє децидента від подальшої роботи, яка здебільшого не є тривіальною і потребує значних зусиль.

ОУП – це «офіс» (фізичний чи віртуальний), до складу якого входять фахівці з управління проектами, що виконують функції управління проектами в своїй організації. Окрім того, ОУП виконує ще одну важливу функцію – є центром накопичення знань організації, а також набутого досвіду з управління проектами.

Існує проблема непорозуміння між керівниками організації і виконавцями проектів, як наслідок того, що відсутній механізм втілення вже знайденої стратегії організації у конкретні дії керівників проектів [2, 7]. Перехід від стратегії до конкретних тактик і дій виконавців у окремих проектах дає збої через відсутність регулярного механізму, яким може бути бізнес-процес, що встановлюватиме необхідні об'єктивні пріоритети. Цю проблему можна успішно вирішити в межах управління портфелем проектів – вибором множини проектів, що реалізовуватимуться організацією за наявності ресурсних обмежень і забезпечуватимуть досягнення стратегічних цілей. Так під час формування портфеля вдається врахувати стратегічні цілі та розставити потрібні пріоритети для проектів, пакетів робіт і самих робіт, використовуючи процесний підхід.

### Цілі статті

Основною метою роботи є критичний аналіз моделей циклу життя портфеля проектів, моделей та методів формування портфеля проектів, а також визначення основних напрямів покращання вирішення цієї проблеми.

#### Актуальні завдання формування та управління портфелем проектів

В організаціях, що виконують декілька проектів, актуальними є такі завдання:

- ◆ оцінювання проектів і перебігу їх реалізації з погляду досягнення стратегічних цілей організації;
- ◆ формування ефективного портфеля проектів;
- ◆ планування реалізації портфеля проектів;
- ◆ розподіл ресурсів організації між проектами портфеля;
- ◆ оперативне управління портфелем проектів з урахуванням змін зовнішніх умов і цілей організації.

*Оцінювання проектів* і перебігу їх реалізації з погляду досягнення стратегічних цілей організації потребує передовсім визначення критеріїв, за якими будуть оцінюватись проекти і портфелі проектів. Участь у визначенні цих критеріїв повинні брати офіс управління проектів і керівництво організації. Визначаючи критерії, слід враховувати, що:

- ◆ по-перше, критерії повинні відображати істотні кількісні характеристики проектів;
- ◆ по-друге, визначати міру досягнення стратегічних цілей організації, яка реалізується портфелем проектів, враховувати прогнозу та експертну інформацію;
- ◆ по-третє, враховувати думку різних суб'єктів (керівників, підрозділів тощо), уявлення яких про значущість тих чи інших проектів і про стратегічні цілі організації можуть відрізнятись.

Суб'єкти, які беруть участь в формуванні системи критеріїв, можуть бути зацікавленими у спотворенні інформації, що надходить від них, щоб досягти певних власних цілей, тобто виникає проблема маніпулювання інформацією.

*Формування ефективного портфеля проектів* поділяється на такі типи задач:

- ◆ формування портфеля технологічно залежних або технологічно незалежних проектів;
- ◆ розподіл ресурсів між проектами портфеля;
- ◆ оцінювання календарних термінів початку та завершення реалізації проектів портфеля.

*Планування реалізації портфеля проектів* полягає у визначенні таких основних параметрів кожного проекту портфеля, як:

- ◆ тривалість кожного з контрольованих елементів портфеля;
- ◆ трудових ресурсів;

- ◆ матеріально-технічних ресурсів;
- ◆ фінансових ресурсів;
- ◆ термінів постачання сировини, комплектуючих і технологічного устаткування;
- ◆ термінів та об'єму залучення підрядних організацій.

Процеси і процедури планування портфеля проектів повинні забезпечувати його реалізацію у задані терміни з мінімальною вартістю, в межах нормативних витрат ресурсів і з належною якістю.

*Розподіл ресурсів організації між проектами портфеля.* Основною проблемою розподілу ресурсів є суперечливість інтересів осіб, які відповідають за реалізацію проектів, та людей, що володіють ресурсами організації, функціональних керівників. Саме тому виникає потреба в побудові такої моделі розподілу ресурсів між проектами, яка б давала змогу узгодити інтереси всіх зацікавлених сторін.

*Оперативне управління портфелем проектів.* Вирішується безпосередньо під час реалізації портфеля проектів і полягає у визначенні поточних і майбутніх значень визначених керуючих параметрів на основі всієї інформації, яка відома на певний момент, а також характеристик стану проекту на час виконання, що залишився.

У процесі оперативного управління портфелем проектів виникають такі завдання:

- ◆ прогнозування наявності і руху грошових коштів для конкретного портфеля;
- ◆ перевірка можливості фінансової реалізації портфеля;
- ◆ визначення термінів і обсягів необхідних позик, кредитів;
- ◆ аналіз доцільності взяття кредитів, позик;
- ◆ формування портфеля, який можна фінансово реалізувати, з мінімальним втраченим прибутком;
- ◆ визначення терміну окупності витрат, оцінка прибутків за період реалізації портфеля і створення його цільового плану;
- ◆ моніторинг і корегування фінансового плану портфеля з урахуванням його фактичного стану виконання;
- ◆ побудова і аналіз консолідованого фінансового балансу для декількох портфелів або ж окремих проектів, що входять в різні портфелі, різними критеріями, характерними для кожної окремо взятої організації;
- ◆ розукрупнення, деталізація консолідованого фінансового балансу за групами фінансових балансів по об'єктах.

Система управління проектами може розглядатися як сукупність процесів, перерахованих нижче:

- ◆ вивчення потенційно можливих проектів.
- ◆ вибір проекту, який буде виконуватись;
- ◆ ініціація проекту;
- ◆ планування проекту і організація робіт;
- ◆ розроблення технічної пропозиції (якщо потрібно);
- ◆ складання бюджету проекту;
- ◆ виконання проекту;
- ◆ звітність і контроль;
- ◆ завершення і закриття проекту;
- ◆ поточне вдосконалення процесів і поліпшення узгодженості проектів.

Після того, як завершені етапи планування і організації виконання проекту, набувають чинності такі взаємозв'язані процеси:

- ◆ *контроль* – керівник проекту спільно з офісом управління проектами повинні створити систему оцінювання ефективності робіт проекту і почати відстеження встановлених графіків виконання робіт і відповідності витрат проекту затвердженому бюджету кожного з проектів портфеля;
- ◆ *поточне вдосконалення процесів виконання проектів і його узгодженості з іншими проектами* – керівник проекту веде звітність, що відображає досягнені успіхи й ефективність робіт, які використовуються під час реалізації проекту;

◆ *фінансова орієнтованість* – повинна забезпечувати фінансовий внесок до результатів роботи організації, в якій виконується портфель проектів.

### Цикл життя портфеля проектів

Цикл життя управління портфелем проектів поділяється на етапи (рис. 1):

- ◆ ідентифікація, категоризація і фінансування проектів, які забезпечать реалізацію бізнес-стратегії;
- ◆ аналіз виконання проектів з метою упевнитися, що проекти в портфелі спільно забезпечують досягнення поставлених цілей;
- ◆ визначення і виконання необхідних коригуючих дій для проектів, які не відповідають поставленим цілям;
- ◆ формування ефективних механізмів комунікацій і звітності для забезпечення ухвалення своєчасних і обґрунтованих рішень стосовно окремих проектів і портфеля загалом;
- ◆ постійне вдосконалення портфеля.

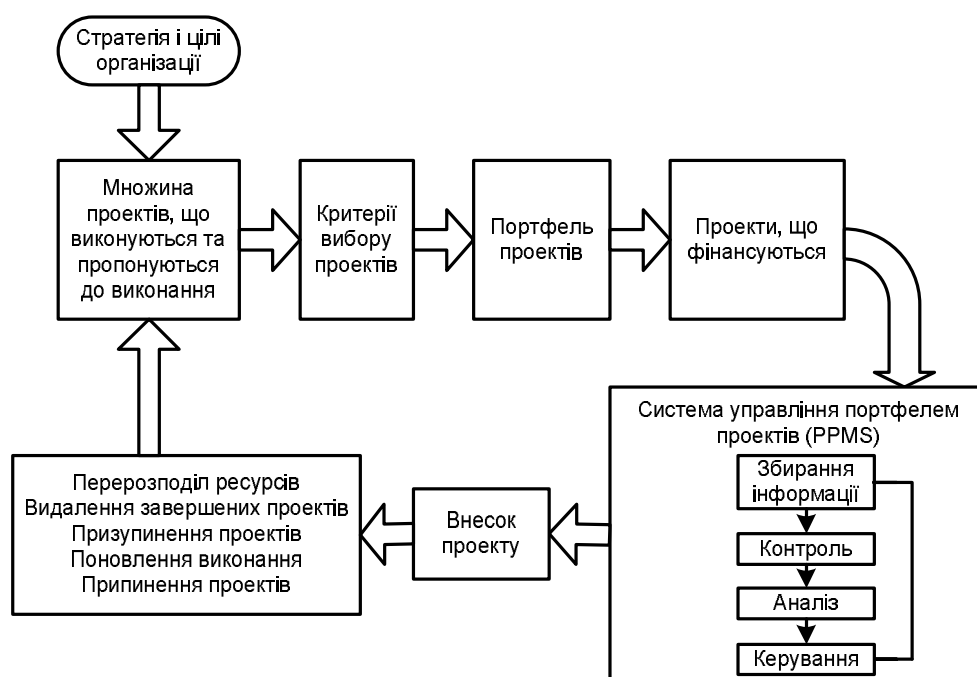


Рис. 1. Цикл життя управління портфелем проектів

Для виконання цих етапів потрібні такі процеси, як вибір і ранжування проектів за пріоритетами, моніторинг і оцінювання портфеля, управління коригуючими діями, призупинення та поновлення виконання проектів, припинення (закриття) проектів [9].

Вибір і ранжування проектів спрямовані на введення в портфель тих проектів, які якнайкраще забезпечать реалізацію бізнес-цілей. Для обґрунтованого вибору і розставлення пріоритетів необхідно спочатку визначити зрозумілий набір критеріїв, пов'язаних з цілями, які ставляться перед портфелем проектів. Ці цілі часто виходять за межі фінансових обмежень, таких як збільшення прибутку або скорочення витрат, і ґрунтуються на необхідності, наприклад, підвищити задоволеність клієнтів, освоїти нові ринки тощо.

Вибираючи проекти для портфеля, потрібно враховувати прийняті в організації обмеження за кількістю і доступністю необхідних ресурсів, зокрема оцінити кількість фахівців відповідної кваліфікації, які зможуть взяти участь у вибраних проектах. Управління ресурсами в РРМ охоплює планування і виділення ресурсів з урахуванням майбутніх вимог, ухвалення рішень з інвестицій в ресурси залежно від поточних і прогнозованих вимог проектів, аналіз адекватності поточних і планованих ресурсів цілям портфеля, оцінювання поточних і майбутніх потреб у навчанні, перерозподіл ключових ресурсів на проекти з вищим пріоритетом.

Важливим компонентом РРМ є управління ризиками: визначення, аналіз, відстежування, контроль і вживання відповідних заходів стосовно ризиків, які можуть завадити досягненню поставлених цілей у реалізації портфеля. Управління ризиками портфеля охоплює як оцінку можливого негативного впливу на портфель ризиків, пов'язаних з окремими проектами, так і консолідоване оцінювання ризиків для портфеля загалом. Плани з управління ризиками портфеля повинні постійно аналізуватися і коригуватися під час циклу життя РРМ з урахуванням динаміки середовища реалізації портфеля. До ризиків портфеля проектів належать взаємозалежності проектів в портфелі, обмеженість ресурсів, зміни у бізнес-стратегії, значний відсоток проектів з високою мірою ризику, бізнес-процеси, які входять в конфлікт з практиками управління портфелем.

Для якомога точнішого оцінювання перебігу виконання портфеля менеджерам потрібна консолідація кількісних (бюджет, частка ринку тощо) і якісних (ризиків, задоволеність клієнтів, участь зацікавлених осіб тощо) даних рівня окремих проектів. Такі дані аналізуються і з погляду кожного окремого проекту, і в перспективі управління портфеля загалом, наприклад, оцінюється фінансовий стан конкретних проектів і усього портфеля. Аналіз портфеля полягає в порівнянні результатів реалізації окремих проектів і результатів портфеля загалом відповідно до поставлених цілей. Оцінивши портфель, можна визначити, як активні проекти підтримуватимуть бізнес-стратегію, наскільки ранжування проектів забезпечує збалансованість ризиків, які тенденції сигналізують про можливі проблеми в проектах, чи досить ресурсів для виконання проектів тощо.

Коригуючі дії щодо проектів, які не відповідають поставленим цілям, – ключовий компонент управління портфелями проектів. Для цього потрібно виявити основні причини невдач, розробити відповідний план дій, а потім здійснювати ретельний моніторинг їх виконання. Крім того, менеджери портфелів повинні мати інструменти відстежування тенденцій і прогнозування проблем, щоб мати змогу вживати запобіжних заходів. Коригувальні дії можуть передбачати перерозподіл ресурсів для задоволення потреб проектів з вищим пріоритетом, призначення на проект сертифікованого менеджера проекту, припинення проекту, реалізацію плану зменшення ризиків, аналіз якості виконання проекту тощо. Процеси оцінювання портфеля і управління коригувальними діями дають змогу реалізувати процес постійного вдосконалення портфеля проектів.

Однією з основних причин формування портфеля проектів є синергічний ефект, що очікується від їх реалізації [4]. Важливим в синергетиці є принцип формування цілого з частин, новий спосіб побудови складної структури з простіших. Ціле не дорівнює сумі частин, з яких воно складене; воно якісно інше порівняно зі складовими елементами. І навіть більше, ціле впливає на елементи і змінює їх. Для стійкого і динамічного розвитку будь-якої складної системи необхідно підтримувати різноманітність її елементарних структур.

Загалом синергетична закономірність є такою: створюючи організацію з простіших структур, ми виходимо на новий, вищий рівень ієрархічних організацій, тобто робимо крок у напрямі до надорганізації, і прискорюємо тим самим власний розвиток. Ціле розвивається швидше за його складники.

У межах портфеля проектів синергічний ефект виявляється так:

- ◆ передаванням ноу-хау (учасники, взаємодіючи під час конкретних робіт, об'єднують свої новітні розробки);
- ◆ спільним використанням ресурсів (це веде до економії витрат, виключає дублювання);
- ◆ створенням переваг завдяки узгодженості термінів окремих проектів;
- ◆ створенням переваг за рахунок виграшу часу внаслідок розподілу робіт;
- ◆ виграшем в якості за рахунок розподілу робіт згідно з успіхами учасників;
- ◆ виграшем за рахунок найкращих умов залучення позикового капіталу внаслідок високого авторитету учасників програми;
- ◆ зростанням довіри споживачів остаточного результату;
- ◆ виграшем в меншій сумі витрат за рахунок масштабу впровадження остаточних результатів.

У принципі усі синергічні ефекти можна описати трьома змінними: зростанням прибутку в грошах, зменшенням оперативних витрат і потреби в інвестиціях. Усі ці три змінні нерозривно пов'язані з часом. Тому четвертим синергічним ефектом є прискорення змін цих змінних.

## Узагальнена схема процесу формування портфеля проектів

Процес формування портфеля можна подати у вигляді ітерацій (рис. 2), кожна з яких передбачає такі кроки.



Рис. 2. Узагальнений алгоритм процесу формування портфеля проектів

### 1. Ідентифікація компонентів портфеля

Формується список поточних проектів та ініціатив. Аналізуються компоненти портфеля на відповідність стратегії. Компоненти класифікуються на ініціативи, проекти, програми, портфелі.

### 2. Групування (кластеризація) проектів

Проекти формуються і об'єднуються у групи відповідно до генеральної мети: посилення лідерських позицій на ринку, зменшення витрат, зменшення ризиків, збільшення частки ринку і так далі. Проекти однієї категорії портфеля мають набір критеріїв, що їй відповідають. Часто за таким принципом виділяють три групи проектів:

- ◆ стратегічні проекти (проекти, спрямовані на досягнення лідерських позицій на ринку і конкурентної переваги);
- ◆ проекти поліпшення бізнесу (проекти, орієнтовані на збільшення операційної ефективності компанії);
- ◆ базові проекти (проекти, що забезпечують поточну діяльність компанії і підтримують виконання ключових проектів або робіт).

Поділ проектів на групи дає змогу зробити управління портфелем прозорішим, безпосередньо пов'язавши проекти з конкретними цілями.

### 3. Оцінювання і вибір проектів

На цьому етапі розробляються критерії і зважені показники, за якими оцінюють проекти. Алгоритм розв'язання цієї задачі залежить від рівня зрілості портфельного управління в компанії:

- ◆ портфель проектів вже сформований, але є необхідність в оптимізації сформованого портфеля; в цьому випадку завдання полягає в тому, щоб проаналізувати поточні та заплановані проекти на актуальність і відповідність стратегії – на основі аналізу можуть прийматися рішення зі зміни параметрів поточних проектів з метою підвищення їхньої привабливості, а також зміни складу проектів портфеля (тобто виділення нових ініціатив у проекти або вилучення проектів із портфеля);

- ◆ портфель проектів формується уперше (тобто в компанії здійснювалося управління множиною проектів або програм окремо без узгодження із стратегією компанії); на цьому рівні зрілості портфель проектів складатиметься тільки з «рекомендованих» проектів. На основі якісного і кількісного аналізу здійснюється відбір ініціатив, що виділяються в проекти портфеля. Поточні проекти порівнюються з аналогічними і схожими проектами стратегії (тобто «рекомендованими»), і на основі цього приймають рішення про внесення їх в майбутній портфель. Ухвалюючи ці рішення, необхідно враховувати такі чинники:

- цілі поточних проектів треба увідповіднити цілям проектів стратегії;
- параметри поточних проектів (терміни, бюджет тощо) мають бути узгоджені із стратегічним планом компанії;
- результати виконаних робіт з поточних проектів можна використати при підготовці до реалізації проектів стратегії.

Попри те, що алгоритм дій залежить від рівня зрілості компанії, завдання оцінювання і відбору проектів у портфель (поточний або майбутній) ґрунтується на якісному і кількісному аналізі проектів портфеля. Якісний аналіз призначений для вибору найпривабливіших проектів з погляду реалізації цілей і завдань стратегії. Критеріями якісного аналізу можуть бути, наприклад, важливість для бізнесу, керованість, терміновість, інноваційність тощо, при цьому оцінки можуть ґрунтуватися на системі умовних метрик. Кількісний аналіз призначений для оцінювання і розставляння пріоритетів проектів з погляду їхньої економічної ефективності.

### Критичний огляд моделей і методів формування портфеля проектів

Моделі формування портфеля проектів можна розділити на два великі класи: однокритерійні та багатокритерійні (рис. 3). Вони, своєю чергою, поділяються на детерміновані, стохастичні та моделі з елементами невизначеності.

Моделі формування портфеля, що реалізуються в умовах визначеності, а також залежно від виду функції мети і обмежень, поділяються на чотири види: 1) лінійні; 2) нелінійні; 3) динамічні; 4) графічні.

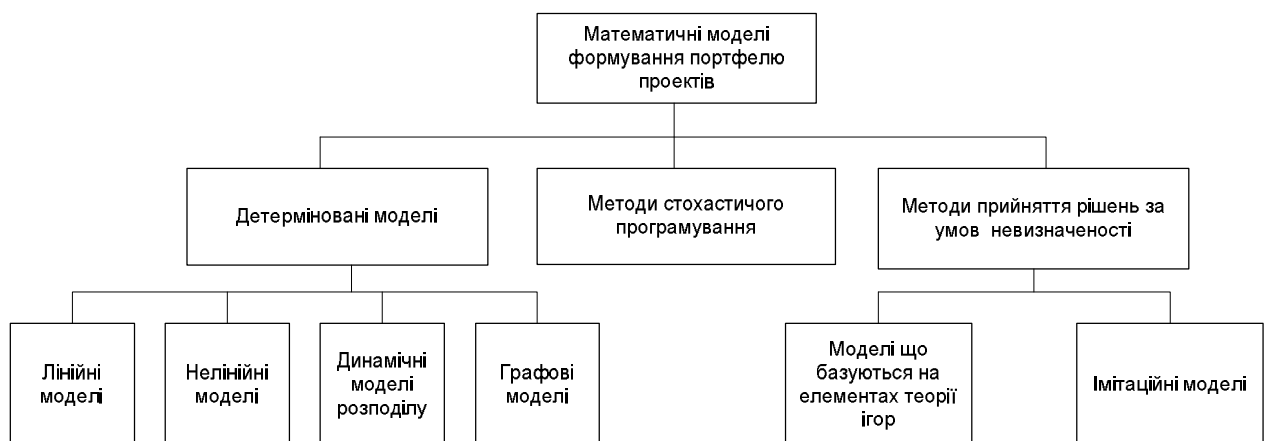


Рис. 3. Класифікація моделей формування портфеля проектів

За достатньої визначеності вихідних даних рішення про формування портфеля приймають в такій послідовності:

- ◆ визначається критерій, за яким вибиратимуть проекти у портфель;
- ◆ обчислюються оцінки проектів, вибраних на етапі аналізу ефективності, за визначеним критерієм;
- ◆ варіант з найкращим значенням рекомендується ввести в портфель.

Найбільшою різноманітністю відрізняється група лінійних моделей. У лінійних моделях є функція мети та обмеження лінійні щодо керуючих змінних. Сьогодні найвідоміші такі *лінійні моделі* :

- ◆ задача про наплічник;
- ◆ статична модель Діна;
- ◆ одноступенева модель Альбаха;
- ◆ багатоступенева модель Хакса і Вайнгартнера;
- ◆ модель з декількома виробничими ступенями – розширена модель Ферстнера–Хенна;
- ◆ модель з можливостями вибору установок і дезінвестицій Якоба.



*Динамічні моделі* розробили Вагнер, Лайер, Зеелбах.

*Графічні моделі* представлені різними модифікаціями мережевих моделей.

Основною перевагою однокритерійних завдань формування портфеля є їхня відносна простота.

Але однокритерійні моделі не відображають багатоцільової сутності проектів і портфелів проектів. Отже, така перевага однокритерійних моделей одночасно є і їх основним недоліком. Однокритерійні завдання формування портфеля не відображають синергетичного ефекту портфеля проектів.

На сучасному етапі розвитку завдань формування портфелів проектів найпоширеніші завдання оптимізації портфеля за критеріями «ризик–дохідність». Розглянувши загальну класифікацію завдань формування портфеля проектів, систематизуємо відомі підходи до формування портфеля проектів з урахуванням їхньої специфіки і складових їх проектів. Далі сформулюємо модель формування портфеля, яка формально враховує ступінь відповідності портфеля стратегічним цілям організації.

У загальному портфель з  $n$  проектів характеризується кортежем  $\langle C, D, T \rangle$ , де  $C$  – витрати,  $D$  – дохід,  $T$  – тривалість виконання портфеля проектів (передбачається, що організація, яка реалізовує проект, здійснює витрати до моменту його початку, а дохід отримує після його завершення). У загальному випадку тривалість проекту може залежати від інтенсивності робіт (графіка використання ресурсів) і, відповідно, від загальних витрат.

Ознаки класифікації в цьому випадку такі:

1. *Залежність проектів.* Можливі значення ознак класифікації у цій умові – незалежні проекти (для яких відсутні будь-які технологічні обмеження на послідовність їх виконання і моменти початку, крім ресурсних обмежень) і залежні проекти (для яких заданий мережевий графік, який відображає допустиму послідовність реалізації проектів).

2. *Фіксація портфеля.* Можливі значення ознак класифікації у цій умові – портфель заздалегідь фіксований і збігається з множиною  $N$  або портфель – множина  $Q \subseteq N$  – потрібно знайти.

3. *Задача, що розв'язується.* Можливі значення ознак класифікації у цій умові – розв'язання задачі розподілу ресурсу та/або пошуку моментів часу початку реалізації проектів.

Оскільки за першими двома умовами значення ознак взаємовиключні, то в третій умові обидва завдання можуть вирішуватися як одночасно, так і поодиноці (крім того, у випадку формування портфеля час та ресурси можуть бути фіксовані). Отже, комбінації за цими ознаками ведуть до відомих класів завдань (а їх, як виявляється, лише три).

*Задача про напечник.* Цей клас завдань полягає в такому. Потрібно знайти множину незалежних проектів (час не враховується, тобто можна вважати, що проекти починаються одночасно і реалізуються паралельно), заданий критерій ефективності та обмеження на ресурс. Окрім того, використовуються також модифікації цієї задачі – з декількома обмеженнями для кожного з видів ресурсів, які використовуються у проектах, а також з декількома критеріями (витрати та час виконання портфеля проектів – необхідно мінімізувати як витрати, так і час, але відомо, що зменшення часу приводить до зростання витрат) [3].

Для розв'язання одновимірної задачі про напечник (іноді її формують як модель «витрати-ефект») застосовують метод динамічного програмування. Відомі узагальнення цього завдання на випадки, коли кожен проект (і, очевидно, увесь портфель) оцінюється за кількома адитивними показниками або декілька обмеженнями. Використання методу динамічного програмування і в цьому випадку дає змогу перерахувати паретооптимальні варіанти портфеля.

*Задачі розподілу ресурсу на мережах.* Історично управління проектами виділилося в самостійну дисципліну, напевно, з появою на початку 50-х років XX століття календарно-мережевого планування та управління. Спочатку з'явився метод критичного шляху і пов'язані з ним завдання скорочення тривалості проекту, а потім – задачі розподілу ресурсу на мережах. Розглянемо їх.

Припустимо, що тривалості виконання операцій, які входять в проект, залежать від кількості використаних ресурсів. За фіксованого і відомого обсягу операції, варіюючи кількість ресурсів на операціях, можна впливати на їх тривалості, і, отже, якщо відомий мережевий граф – на тривалість проекту загалом (тривалість критичного шляху тощо). Можливі різні постановки: такого розподілу ресурсу (наприклад, оптимізації графіка фінансування), що мінімізує тривалість проекту при відомих ресурсних обмеженнях, або так, щоб мінімізувати витрати ресурсів за умови, що проект завершиться за заданий час, тощо. Завдання може ускладнюватися за рахунок врахування часу на переміщення ресурсів або наявності м'яких залежностей між операціями [5].

Для портфеля проектів розмірність завдання різко зростає, що не дає змогу застосувати в цьому випадку оптимізаційні методи, а тому завдання полягає або у виявленні змістовно інтерпретованих окремих випадків, для яких вдається знайти ефективні алгоритми, або у визначенні евристик та аналізу їхньої ефективності. Крім того, механізми скорочення тривалості проекту (наприклад, виробничого або комерційного циклу) можуть враховувати активність поведінки учасників проекту (виконавців). Всі ці завдання об'єднує те, що проекти (або роботи всередині одного проекту) є залежними, а набір проектів (портфель) – фіксований.

*Завдання вибору моментів часу початку операцій портфеля проектів.* Цей клас задач загалом полягає у визначенні послідовності виконання (точніше – моментів часу початку виконання) фіксованої множини незалежних проектів. Найдослідженішими є два завдання – мінімізації втраченої вигоди і самофінансування.

*Завдання мінімізації втраченої вигоди* полягає в тому, що задані директивні терміни завершення кожного проекту (визначені в угодах із замовником), відомі також втрати (втрачена вигода) від затримки завершення кожного проекту після його директивного терміну. Потрібно знайти послідовність реалізації проектів, не порушуючи ресурсних обмежень і мінімізувавши втрачену вигоду. Для цього класу задач ефективні алгоритми відомі лише для окремих випадків завдання мінімізації втраченої вигоди.

*Завдання самофінансування* полягає у визначенні моментів часу початку реалізації проектів з метою мінімізації розміру залучених коштів за умови, що дохід, отриманий від уже реалізованих проектів, може використовуватися для початку реалізації нових проектів.

### **Інструментарій PPM**

Управління портфелями проектів — складна, комплексна дисципліна, що вимагає певного рівня організаційної зрілості, а також відповідної автоматизованої підтримки. PPM стає настійною необхідністю для великих організацій, де ведеться багато проектів, і можливість їх консолідованого планування і виконання для досягнення максимальної віддачі від інвестицій стає одним з найважливіших чинників ефективності бізнесу. Управління портфелями може бути конкурентною перевагою компаній, для яких критичними є терміни випуску нової продукції на ринок і забезпечення якості за належного контролю витрат. Для держструктур важливий високий рівень фінансової ефективності проектів, що реалізуються, який дає змогу забезпечити PPM.

Свідченням затребуваності управління портфелями є жорстка конкурентна ситуація на ринку програмних PPM – систем згідно з дослідженням аналітиків Gartner і Forrester. За їхніми даними, швидке зростання цього ринку відзначається приблизно з середини 2006 р. Окрім випуску нових версій продуктів і анонсування великих угод зі злиття і придбання, у сфері автоматизації PPM почали з'являтися пропозиції моделі «програма як послуга» (Software-as-a-Service, SaaS), що говорить про виникнення необхідності в таких рішеннях не лише у великих, але і у середніх і малих підприємств.

Сучасні системи PPM, природно, походять із автоматизованої підтримки дисципліни управління проектами. Перші такі програми з'явилися в 70-х роках на мейнфреймах, незабаром услід за ними виникли і рішення для настільних систем, що фактично привело до демократизації проектного менеджменту. Новий інструментарій став дуже популярним і сприяв поширенню самої дисципліни управління проектами. Як це часто є на IT-ринках, що стрімко розвиваються, перші серйозні пропозиції в області PPM зробили нішові компанії, проте потім нова функціональність

зацікавила більших гравців і почався процес придбань. Інтерес до PPM виявили як провідні представники ринку рішень для управління проектами, так і виробники комплексних систем ІТ-управління.

Найпомітніші рішення на перших етапах розвитку ринку PPM, як вважають аналітики Forrester, розробили компанії Niku, Pacific Edge і Mercury Interactive. Сьогодні система Niku Clarity стала частиною портфеля продуктів СА, а Pacific Edge купила компанія Serena, розробником засобів управління життєвим циклом застосувань. Компанія Mercury, свого часу лідер у сфері тестування програмного забезпечення, вийшла на ринок PPM завдяки купівлі Kintana, а з кінця 2006 року сама стала частиною HP. Відомий виробник інструментарію для управління проектами, компанія Primavera Systems, також у кінці 2006 придбала компанію ProSight, щоб посилити свої пропозиції в області PPM.

На думку аналітиків Forrester, сьогодні консолідація на ринку PPM загалом завершена, і тепер його представники зосередять свою увагу на розширенні й вдосконаленні функціональності своїх продуктів. Системи управління портфелем проектів забезпечують підтримання основних процесів циклу життя PPM і надають засоби для оцінювання проектів, вимірювання і відстежування витрат, планування ресурсів, звітності з виконання портфеля, а також для управління окремими проектами і підтримання методологій управління проектами і портфелями.

Важливою відмінністю систем PPM від рішень з управління проектами є можливість інтегрального представлення і аналізу даних за окремими проектами. Є і цілий ряд перспективних сфер, де системи PPM ще вимагають розвитку. Так, у Forrester відзначають недостатні аналітичні можливості сучасних рішень. У системах PPM агрегуються показники ефективності виконання проектів у портфелі, і на базі таких консолідованих метрик можна створити системи, що повідомлятимуть про досягнення певних граничних значень, наприклад, витрат бюджету або конфліктів з ресурсів, які можуть спричинити негативний вплив на проект. Динамічний аналіз за принципом «що – якщо» також здатний дати корисну інформацію для роботи з портфелем.

Поліпшення вимагають і можливості перерозподілу кадрових ресурсів між проектами. На думку аналітиків, інструментів ідентифікації аномальних ситуацій тут вже недостатньо, потрібні засоби для створення і аналізу різних сценаріїв призначення фахівців на проекти. У Gartner вважають, що в системах PPM необхідно реалізувати структурованіший підхід до управління ризиками, а також відзначають важливість ефективного підтримання комунікацій у процесі управління портфелем. Середовище управління портфелем потребує постійної комунікації між усіма зацікавленими сторонами – система повинна підтримувати не лише формальні процедури роботи з певними документами або спільного відстеження проблем, але і онлайн-дискусії між різними учасниками управління портфелем, забезпечуючи необхідний контроль доступу до даних з проектів і портфелів.

### **Висновки**

Задача управління портфелями проектів належить до слабкоструктурованих задач, що ускладнює розроблення ефективних методів її розв'язання.

Основними задачами управління портфелями проектів, розв'язання яких є актуальним сьогодні, є такі: визначення ефективності проектів (структури портфеля проектів: визначення типів і характеристик проектів, які повинні входити у портфель для досягнення поставлених цілей організації), формування портфеля проектів (вибір проектів, які увійдуть у нього), планування процесу його реалізації, розподіл ресурсів між проектами, оперативне управління портфелем проектів.

Механізми та методи, які використовуються для розв'язання цих завдань, не забезпечують потрібної ефективності розв'язання узагальнених варіантів цих задач, що робить ці задачі лише частково розв'язаними.

Внаслідок цього актуальним є розроблення моделей та методів формування портфеля проектів, які враховували б як формальні, так і неформальні критерії оцінювання якості різноманітних варіантів портфеля проектів.

1. Рассел А.Д. Управление высокотехнологичными программами и проектами. – ДМК Пресс, 2004. – 472 с. 2. Губко М.В. Управление организационными системами с коалиционным взаимодействием участников / М.В. Губко – М.: ИПУ РАН (научное издание), 2003.–140 с. 3. Катренко А.В. Дослідження операцій / Катренко А.В. – Львів: Магнолія-2006, 2009. – 352 с. 4. Катренко А.В. Системний аналіз / Катренко А.В. – Львів: Новий світ-2000, 2009. – 396 с. 5. Катренко А.В. Управління ІТ-проектами / Катренко А.В. – Львів: Новий світ-2000, 2011. – 540 с. 6. Кендалл Д. И. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI / Джеральд И. Кендалл, Стивен К. Роллинз. – М.: ПМСОФТ, 2004. – 576 с. 7. Матвеев А.А. Модели и методы управления портфелями проектов/ А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с. 8. Мулен Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели / Эрве Мулен. – М.: Мир, 1991. – 464 с. 9. Project Management Institute. Standard for Portfolio Management. – PMI, 2006. – 79 с.

УДК 519.16

Т.В. Ковалюк, Д.С. Іващенко

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”,  
кафедра автоматизованих систем обробки інформації та управління

## МОДЕЛІ ТА АЛГОРИТМИ ОПТИМІЗАЦІЇ У ЗАДАЧАХ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

© Ковалюк Т.В., Іващенко Д.С., 2011

**Розглянуто проблему надання користувачам інформації про оптимальний комплект засобів екологічного захисту, що гарантує безпеку перебування у заданому регіоні. Описана постановка задачі вибору оптимального комплексу засобів захисту людини від впливу екологічних факторів. Розглянуто метод, що дає змогу на основі інформації про доступні засоби захисту, чинних норм дії шкідливих чинників на людину і даних про екологічну обстановку в заданому регіоні отримати рекомендації із забезпечення населення.**

**Ключові слова: екологічні фактори, засоби захисту від екологічних факторів, генетичний алгоритм, метод гілок та границь, метод динамічного програмування.**

**The article considers the problem of providing users with information about the optimal set of environmental protective kits, which guarantees safety stay in specific area. It describes the problem statement of selection an optimal set of remedies. It considers a method of obtaining recommendations to ensure environmental safety of the population, based on the data about available remedies and active hazard.**

**Key words: ecological factors, facilities of protecting from ecological factors, genetic algorithm, method of Branch-and-bound, method of the dynamic programming.**

### Вступ

Україна на карті ООН через поганий стан довкілля зафарбована чорним кольором. Це колір країни, де мешкає нація, що вмирає. Україна займає перше місце у світі за темпами вимирання населення [1]. За даними Інституту демографії і соціальних досліджень НАН України Південь і Схід України, так званій, „Чорний пояс”, вмирає рекордними темпами. Не останню роль в такій шокуючій статистиці відіграють екологічні проблеми.

За даними Міністерства охорони здоров'я України і Міністерства екології і природних ресурсів України тільки на забруднених радіонуклідами територіях проживає понад 3 млн. ос. більш ніж у 2000 населених пунктах. Внаслідок погіршення екологічної ситуації за останні 10 років