

УДК 330

DOI: 10.31891/2307-5740-2020-284-4-41

БРИНЗА А. А., ІВЧЕНКО І. Ю., ІВЧЕНКО О. І.

Одеський національний політехнічний університет

АНАЛІЗ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПОРТФЕЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ ІТ-ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто існуючі економіко-математичні моделі портфельного управління в діяльності ІТ-підприємства з метою максимізації прибутку.

Ключові слова: економіко-математичні моделі, портфель проектів, портфельне управління, ІТ-підприємство.

BRYNZA A., IVCHENKO I., IVCHENKO O.

Odesa National Polytechnic University

ANALYSIS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELS OF PORTFOLIO MANAGEMENT IN THE ACTIVITY OF IT ENTERPRISE

The purpose of this study is by analyzing the economic and mathematical models applied to portfolio management to the IT enterprises activity form an optimal portfolio management system.

Given the rapid development of IT-industry in Ukraine, most of the entrepreneurs are looking for suitable solution aiming to increase profit due to the effective IT-projects portfolio management. That is an underline reason to conduct an analysis on the relevant topic. After all, the project management system changes depending on the specifics of the enterprise. In this paper, to produce comprehensive analysis further will be provided result of four models analysis of project portfolio formation. Namely: the assignment problem, the Wentzel model, the Markovic model and the Badri-Davis model. Results are derived on the basis of their mathematical application as well as their advantages and disadvantages in the context of use in the IT enterprise consideration. That's why it is possible to use the task of appointment as a basis for developing an economic and mathematical model for the implementation of IT projects in this study. Among the positive sides of Wentzel's model is the ability to solve problems that have not been previously studied due to the lack of appropriate mathematical apparatus. The Markovic model is quite specific, which does not allow to use it for the task set in this study. But some ideas of this model, for example, the use of profitability, in the target function of the portfolio management model of IT projects attracts attention and is possible to apply within this study. The specificity of the Badri-Davis model is its versatility, which allows, albeit with some changes, to use it in the field of IT project management.

The result of the analysis of enterprise models was that, despite their advantages, none of them in its pure form gives appropriate instruments to build a model of project portfolio management in the activities of IT enterprises at the required accuracy and detail. Existing methods and models dedicated to analyze enterprise modeling, have either an overly generalized view of the problem under study or excessive detail, and are complex in terms of collecting input data.

Keywords: economic and mathematical models, project portfolio, portfolio management, IT enterprise

Постановка проблеми/ Портфельне управління проектами – важливий механізм, ціль якого трансляція стратегії в портфель проектів для подальшої реалізації, планування, аналізу та переоцінки портфеля з метою ефективного досягнення стратегічних цілей організації. Вибір моделі управління портфелем змінюється в залежності від специфіки підприємства та має враховувати особливості його функціонування. Тому проблемою дослідження є аналіз існуючих моделей з боку їх використання саме для ІТ-підприємства.

Аналіз останніх джерел/ ІТ-сфера активно розвивається в Україні. З кожним роком з'являються нові ІТ-компанії і з ростом їх кількості зростає актуальність питання щодо оптимального портфельного управління. Для опису процесів, які відбуваються в ІТ-підприємстві в економіко-математичній літературі розроблені спеціальні різноманітні економіко-математичні моделі та методи. Ці методи базуються на припущенні про можливість вичленення діяльності, зв'язаної з управлінням персоналом на ІТ-підприємстві з усієї сукупності заходів, які здійснюються підприємством, і точної ідентифікації витрат і кінцевих результатів [1].

Зміст публікацій українських та зарубіжних вчених з моделювання завдань у сфері інформаційних технологій носить багатоаспектний характер. Зокрема, в них відображені переваги, які надають ІТ-послуги в підвищенні прибутковості підприємств, підвищення якості та продуктивності робочих процесів, шляхи зниження витрат на розробку проектів і т.д.

Цілі статті/постановка завдання. Проведення аналізу існуючих економіко-математичних моделей формування портфелю ІТ-проектів та портфельного управління в діяльності ІТ-підприємства з ціллю формування оптимальної системи управління портфелями.

Виклад основного матеріалу. Одна з задач управління портфелем в ІТ-компанії – розподіл ІТ-проектів по виконавцям. Дуже важливо підібрати «правильну» команду, яка забезпечить вирішення поставлених завдань якісно і в строк. У фаховій літературі задача про найдоцільніше призначення деякого числа виконавці на таке ж саме число роботи. Варто зазначити, що з урахуванням умови, що відповідність між роботами та виконавцями відома. Така задача має назву «задача про призначення» [2].

Сформулюємо постановку задачі. Відомо, що є n робіт, які потрібно виконати, та m працівників, які можуть їх виконати. Ефективність i -го працівника на j -й роботу дорівнює $V(i, j)$. Необхідно призначити робітників з максимальною сумісною ефективністю. Або шкода від i -го працівника при виконанні j -ої роботи $V(i, j)$. Необхідно призначити працівників з мінімальною сукупною шкодою [3].

Розглянемо економіко-математичну модель: визначимо через x_{ij} — факт призначення i -го працівника на j -ту роботу, при цьому $x_{ij} = 1$, якщо це призначення є і $x_{ij} = 0$ в іншому випадку.

Сумарна продуктивність:

$$L(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

Кожний працівник призначається на одну роботу:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = \overline{1, m} \quad (2)$$

Кожна робота виконується тільки одним працівником:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, j = \overline{1, n} \quad (3)$$

$$x_{ij} = \left\{ \begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix} \right\}. \quad (4)$$

З урахування обмеження (3), задача стає дискретною. Вона має бульові змінні. При її розв'язанні найдоречніше використовувати угорський метод. За ним можливо побудувати оптимальний план на основі часткового за кінцеве число ітерацій. Ця задача часто виникає при виборі оптимального управління в різних економіко-фінансових ділянках (розподіл бюджету відділу за проектами і т. п.). Цю модель можна використовувати як базу при розробці економіко-математичної моделі реалізації ІТ- проектів в даному дослідженні.

При моделюванні завдань реалізації ІТ-проектів необхідно враховувати фактор часу. Це пов'язано з тим, що замовлення на розробку програмних продуктів надходять в кожен момент часу, а команди можуть приступати до виконання нового проекту тільки після того, як закінчать попередній. Тому варто розглянуто динамічні моделі [4].

Динамічному програмуванню характерна поетапна оптимізація. При її проведенні проводиться послідовний аналіз кожного кроку з метою знаходження найкращих варіантів для його продовження. Отже, при використанні даного методу важливою умовою є можливість представлення процесу прийняття рішень як послідовність однотипних етапів або кроків. І, хоча планування кожного з них проводиться з урахуванням результатів, що були отримані на попередніх кроках, але окремо від інших етапів.

Вентцель Е.С. в [2] пропонує таку динамічну модель: є певний запас ресурсів K , який має бути розподілений між m підприємствами $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_m$. При залученні якихось коштів x до підприємства Π_j , кожне з них приносить дохід, що залежить від x , тобто може бути представлено у вигляді функції. Всі функції відомі. Ставиться питання за яких умов розподілу коштів D_0 між підприємствами сумарний дохід буде максимальним.

В даному випадку керована система S – ресурси, які розподіляються. Стан цієї системи перед кожним етапом характеризується одним числом Q – запасом готівки ще вкладених коштів. В даній задачі "кроковими управліннями" є кошти, що виділяються підприємствам: x_1, x_2, \dots, x_m . Необхідно визначити оптимальне управління, тобто такі значення чисел x_1, x_2, \dots, x_m , при яких сумарний дохід буде максимальним.

Нехай планується діяльність певної системи s підприємств $P_1, P_2, \dots, P_j, \dots, P_n$ на деякий період часу T , що складає k господарських років t_i , де $(i = 1, \dots, k)$, причому $T = \sum_{i=1}^k t_i$. На розвиток підприємств на початку періоду T виділені основні засоби D .

На початку виділяється частина основних засобів для всієї системи, тобто кожного року формується фінансування. Відомий стан системи S_0 на початок планування, який можна охарактеризувати кількістю вже вкладених засобів, а також кінцевий стан S_k . Треба розподілити основні засоби D по роках і підприємствах таким чином, щоб до кінця періоду T загальний дохід W усієї системи був максимальним [5].

Нехай на початку i -го року x_{ij} сума, виділена j -му підприємству $(i = 1, \dots, k), (j = 1, \dots, n)$. Ресурси на i -му етапі розподілені, тобто обрано визначене керування u_i . Його суть в тому, що підприємству P_1 що на початку i -го періоду виділені засоби x_{i1} , підприємству P_2 – x_{i2} і т. д.

Тоді розподіл засобів на i -му кроці вектор визначає $U_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$.

Система векторів виражає сукупність виділених засобів на k етапах:

$$\begin{aligned} U_1 &= (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}) \\ U_2 &= (x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}) \\ U_k &= (x_{k1}, x_{k2}, \dots, x_{kn}) \end{aligned} \quad (5)$$

Оскільки сумарний дохід за k етапів залежить від сукупності керувань, то його можна представити у вигляді функції від U_1, U_2, \dots, U_k :

$$W = W(U_1, U_2, \dots, U_k). \quad (6)$$

Задача полягає у обиранні такого керування на кожного етапі, щоб сумарний дохід усієї системи була максимальним.

Значимо переваги та недоліки методу динамічного програмування в рамках моделювання задачі реалізації ІТ-проектів, яка розроблюється в даному дослідженні. До числа позитивних якостей можна

віднести: модель динамічного програмування дає можливість вирішувати завдання, які раніше не досліджувалися через відсутність відповідного математичного апарату [6].

А оскільки особливість формування портфеля ІТ-проектів полягає в динамічності вступних завдань і термінах їх виконання, тому моделі динамічного програмування дуже добре відповідають потребам управління портфелем ІТ-проектів.

До того ж, модель динамічного програмування в ряді випадків скорочує обсяг при пошуку оптимальних рішень.

Розглянемо також модель видатного американського економіста Гаррі Марковіца [5], яка є однією з найпопулярніших моделей управління портфелем цінних паперів. Марковіц вважав, що значення дохідностей цінних паперів є випадковими величинами, які можна розподілити за розподілом Гауса. Таким чином, кожен інвестор має змогу розрахувати можливі дохідності та ризики розглянутого портфелю. В моделі Марковіц зробив наступні припущення:

- коефіцієнт кореляції характеризує зв'язок між ринковими вартостями паперів;
- на основі відомих значень за минулі періоди визначається майбутнє значення ризику та дохідності.
- дохідність від цінних паперів прирівнюється до математичного очікування дохідності;
- ризик портфелю розглядається як дисперсія дохідності паперів;

Портфель інвестора містить в собі деяку кількість видів цінних паперів. Кожен цінний папір має певну очікувану прибутковість (r_i) за період (n):

$$r_i = \frac{C_{in} - C_{i0}}{C_{i0}} \quad (7)$$

де:

C_{i0} – вартість цінного паперу у початковий період часу;

C_{in} – вартість цього паперу у певний період.

Очікувана дохідність цінного паперу розраховується за формулою:

$$\bar{r} = \sum_{i=1}^n \frac{r_i}{n} \quad (8)$$

Міра ризику є дисперсія дохідності цінного паперу:

$$var(r_i) = \sigma_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 \quad (10)$$

де:

\bar{r} – середнє арифметичне ринкової ціни цінного паперу.

Для визначення залежності дохідності цінних паперів попарно одна від одної використовується коефіцієнт коваріації:

$$cov(r_i, r_j) = \sigma_{ij} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (r_i - \bar{r}_i)(r_j - \bar{r}_j) \quad (11)$$

Сформулюємо задачу оптимізації. Нехай x_i позначає долю i -го цінного паперу у портфелі, де $i=1 \dots n$ кількість типів цінних паперів з різним емітентом, які містить портфель. Сформулюємо задачу, в якій максимізація дохідності портфелю буде являти собою цільову функцію:

$$r_p = \sum_{i=1}^n w_i * r_i \rightarrow \max \quad (12)$$

де:

w_i – доля цінного паперу у портфелі інвестора.

Обмеження задачі:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (13)$$

Задача передбачає, що очікувані дохідності акцій r_i відомі заздалегідь. А їх парні коваріації – σ_{ij} . Їх знаходять, базуючись на статистичних даних минулих катувань цінних паперів. Класична теорія має обмеження щодо значень частки акцій. Так, вона не може приймати від'ємне значення.

Розглядаючи недоліки розглянутої моделі можна зазначити необхідність підпорядкування значень дохідностей розподілу Гауса. А також спираючись на дані дохідностей, що були отримані статистично, і визначення ймовірності досягнення акції певної ринкової ціни. Особливості банківської сфери та специфічність цієї предметної області роблять модель Марковіца досить унікальною, що не дає можливості використовувати такі моделі для поставленого в даному дослідженні завдання. Але можна скористатися деякими ідеями розглянутої моделі, наприклад, використанням показника прибутковості (r_i), у цільовій функції моделі портфельного управління ІТ-проектами.

Розглянемо модель Бадрі-Девіса селекції проектів. Вона була розроблена для вибору проектів інформаційних систем в охороні здоров'я [7].

Нехай x_1, \dots, x_n – доступні проекти. Змінні приймають всього два значення: 0, якщо проект не входить в портфель і 1, якщо входить.

Цільова функція має бути мінімізована:

$$Z = P_1(d_b^+ + d_b^-) + P_2(d_n^+ + d_n^-) + P_3(d_s^+ + d_s^-) + P_4(d_o^+ + d_o^-) + P_5(d_r^+ + d_r^-) + P_6(d_{pr}^{d+} + d_{pr}^{d-}) + P_7(d_{pr}^{u+} + d_{pr}^{u-}) + P_8(d_t^+ + d_t^-) + P_9(d_{tt}^+ + d_{tt}^-) + P_{10}(d_m^+ + d_m^-), \quad (14)$$

де:

d_b^\pm – можливе відхилення по вигоді;

- d_h^{\pm} – можливе відхилення по витратах на обладнання;
 d_s^{\pm} – можливе відхилення по витратах на програмне забезпечення;
 d_o^{\pm} – можливе відхилення по іншим витратах;
 d_r^{\pm} – можливе відхилення по інвестиціям;
 $d_{pr}^{d\pm}$ – можливе відхилення по перевазі приймаючого рішення;
 $d_{pr}^{u\pm}$ – можливе відхилення по перевазі кінцевого користувача;
 d_t^{\pm} – можливе відхилення по часу виконання;
 d_{tt}^{\pm} – можливе відхилення по часу навчання;
 d_m^{\pm} – можливе відхилення по загальним витратам по залученню кадрів.

Специфіка побудованої моделі в її універсальності, що дозволяє, хоча й з деякими змінами, використовувати її в сфері управління IT-проектами.

Підводячи підсумки аналізу існуючих методів і моделей функціонування підприємства стає зрозуміло, що недоліком описаних економіко-математичних моделей є те, що вони описують модельовану ситуацію узагальнено, або мають зайву деталізацію і є складними з точки зору збору вихідних даних. Перевагою ж таких моделей є можливість пошуку мінімальних або максимальних рішень завдяки розробленому механізму пошуку. У результаті проведеного аналізу існуючих математичних моделей можна зробити висновок, що, жоден з них в чистому вигляді не дозволяє побудувати модель необхідної деталізації.

Висновки. Результатом проведеного аналізу існуючих методів і моделей підприємства став висновок, що, незважаючи на їх переваги, жоден з них у чистому вигляді не дозволяє побудувати модель управління портфелем проектів в діяльності IT-підприємства необхідної точності і деталізації. Існуючі методи і моделі, присвячені проблемам моделювання підприємства, володіють або надмірно узагальненим поглядом на досліджувану проблему, або зайву деталізацію і є складними з точки зору збору вхідних даних. Крім того, IT-підприємства мають свою специфіку, відміну від промислових підприємств.

Література

1. Математичне та комп'ютерне моделювання економічних процесів: [Монографія] / З.М. Соколовська, В. М. Андрієнко, І. Ю. Івченко, О. А. Клепікова, Н. В. Яценко; під заг. ред. З.М. Соколовської. – Одеса: "Астропринт", 2016. – 308 с. URL: (Написання I та II розділів колективної монографії, внесок 25%, 65 стор.). http://opu.ua/upload/files/beiti/ecit/Monografia_Sokolovska.pdf
2. Вентцель Е.С. Елементи динамічного програмування / М.: Наука, 2015. – 173 с.
3. Первин Ю. А. Планування дрібносерійного виробництва в АСУП // Первин Ю. А., Португал В. М., Семенов А. И. / М., «Наука», 2016. – 213 с.
4. Саломатин Н.А. Імітаційне моделювання в оперативному управлінні виробництвом // Саломатин Н.А., Беляев Г.І., Петроченко В.Ф., Прошлякова Е.В. / – М.: Машинобудування, 2017. – 208 с.
5. Витлинский В.В. Оцінка, моделювання і оптимізація управління економічним ризиком / К: КГЕУ, 2011. – 247 с.
6. Івченко І. Ю., Моделювання ігрових ситуацій для обґрунтування управлінських рішень в IT-компанії в умовах невизначеності та ризику // Маркетинг і цифрові технології. ТЕС: Одеса. 2019. Том 3. №1. С. 21-33. URL: <http://mdt-opu.com.ua//files/download/2019/mdt3.1.2019.pdf>
7. Масуд Бадрі, Дональд Бадрі, Дона Девіс. Комплексна модель цільового програмування 0-1 вибору проекту. Міжнародний журнал управління проектами 19, 2001. – 243-252 с.

References

1. Matematychnе та komp'yuterne modeljuvannja ekonomichnykh procesiv: [Monoghrafija] / Z.M. Sokolovsjka, V. M. Andrijenko, I. Ju. Ivchenko, O. A. Klepikova, N. V. Jacenko; pid zagh. red. Z.M. Sokolovskojki. – Odesa: "Astropynt", 2016. – 308 s. URL: (Napysannja I ta II rozdiliv kolektyvnoji monoghrafiji, vnesok 25%, 65 stor.). http://opu.ua/upload/files/beiti/ecit/Monografia_Sokolovska.pdf
2. Ventcelj E.S. Elementy dynamichnogho prohramuvannja / M.: Nauka, 2015. – 173 s.
3. Pervyn Ju. A. Planuvannja dribnoseriynogho vyrobnyctva v ASUP // Pervyn Ju. A., Portugal V. M., Semenov A. Y. / M., «Nauka», 2016. – 213 s.
4. Salomatyn N.A. Imitacijne modeljuvannja v operatyvnomu upravlinni vyrobnyctvom // Salomatyn N.A., Beljajev Gh.I., Petrochenko V.F., Proshljakova E.V. / – M.: Mashynobuduvannja, 2017. – 208 s.
5. Vytlynskyj V.V. Ocinka, modeljuvannja i optymizacija upravlinnja ekonomichnym ryzikom / K: KGhEU, 2011. – 247 s.
6. Ivchenko I. Ju., Modeljuvannja ighpovykh situacij dlja obghpuntuвання uppravlinsjkykh pishenj v IT-kompaniji v umovakh nevyznachennosti ta pyzyku // Marketyngh i cyfrovi tekhnologhiji. TES: Odesa. 2019. Tom 3. #1. S. 21-33. URL: <http://mdt-opu.com.ua//files/download/2019/mdt3.1.2019.pdf>
7. Masud Badri, Donaljd Badri, Dona Devis. Kompleksna modelj ciljovogho prohramuvannja 0-1 vyboru proekta. Mizhnarodnyj zhurnal upravlinnja projektamy 19, 2001. – 243-252 s.

Надійшла / Paper received : 11.07.2020

Надрукована / Paper Printed : 30.09.2020