

УДК 330.46

**ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ****Марченко Ірина Федорівна**, к.т.н., доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»**Марченко Юлія Юріївна****Irina Marchenko**, Ph.D., Associate Professor, Pryazovskiy State Technical University**Yulia Marchenko****Marchenko I., Marchenko Y. Dynamic modeling of the effectiveness of investment and construction projects.**

The features of construction, as an economic process in terms of economic and mathematical modeling, are considered. The problem of choosing a set of investment and construction projects with limited initial value of monetary fund, and the concept of system dynamics method and its principles, are studied. The concept of a system dynamics model with are basic assumptions and causal relationship management model of investment and construction projects is determined. The complex of economic-mathematical models of management, realization and estimation of investment-building projects has been developed. It allows to form every business-process of an investment-build project for a dynamic estimation, realization of choice of the most effective project, creation planning of project management and determination of expenses on labour payment taking into account timely implementation of the set volume of works.

**Марченко І. Ф., Марченко Ю. Ю. Динамічне моделювання ефективності інвестиційно-будівельних проектів.**

Розглянуто особливості будівництва, як економічного процесу з точки зору економіко-математичного моделювання. Розглянуто проблему вибору сукупності інвестиційно-будівельних проектів в умовах обмеженості початкової величини грошового фонду, розглянуто поняття методу системної динаміки і його принципи. Визначено концепцію створення системно-динамічної моделі, в рамках якої встановлені основні припущення та причинно-наслідкові зв'язки моделі управління реалізацією інвестиційно-будівельних проектів. Розроблено комплекс економіко-математичних моделей управління, реалізації і оцінки інвестиційно-будівельних проектів, який дозволяє формалізувати кожен бізнес-процес інвестиційно-будівельного проекту для динамічної оцінки, здійснення вибору найбільш ефективного проекту, створення плану управління проектом і визначення витрат на оплату праці з врахуванням своєчасного виконання заданого об'єму робіт.

**Марченко И. Ф., Марченко Ю. Ю. Динамическое моделирование эффективности инвестиционно-строительных проектов.**

Рассмотрены особенности строительства, как экономического процесса с точки зрения экономико-математического моделирования. Рассмотрена проблема выбора совокупности инвестиционно-строительных проектов в условиях ограниченности начальной величины денежного фонда, рассмотрено понятие метода системной динамики и его принципы. Определена концепция создания системно-динамической модели, в рамках которой установлены основные предположения и причинно-следственные связи модели управления реализацией инвестиционно-строительных проектов. Разработан комплекс экономико-математических моделей управления, реализации и оценки инвестиционно-строительных проектов, который позволяет формализовать каждый бизнес-процесс инвестиционно-строительного проекта для динамической оценки, осуществления выбора наиболее эффективного проекта, создания плана управления проектом и определения затрат на оплату труда с учетом своевременного выполнения заданного объема работ.

**Постановка проблеми.** Методика моделювання, що представлена в даній роботі, ґрунтується системному підході до управління інвестиційно-будівельними проектами, вживання якого дозволяє створити комплекс динамічних математичних моделей управління, реалізації і оцінки інвестиційно-будівельного проекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Проблема моделювання управлінських процесів присвячено велику кількість робіт зарубіжних та вітчизняних вчених: А. Дамадорана, М. Х. Мескона, Дж. Неймана, Л. Планкетта, Р. Хейла, О. Моргентейна, П. Скотта, М. Эддоуса, Р. Стенсфілда, К. Р. Корлі, С. Воллі і Дж. Р. Баума, В. Дбайливого, В. Р. Болтянского, Я. Р. Неуймина, А. В. Орлова, Р. П. Фоміна. Вивченням управління проектами займаються багато учених, серед яких В.Н. Бурков, В.П. Савчук, В.М. Вовк, наукові роботи яких були використані при написанні даної роботи.

**Мета дослідження** . Метою дослідження є застосування оптимізаційних моделей управління та оцінки інвестиційно-будівельних проектів що дозволяє отримувати оптимальні виробничі плани і ефективно завантажувати виробничі потужності.

**Огляд основного матеріалу**. Реальні проблеми економіки будівництва доцільно досліджувати як процеси, що відбуваються в складних економічних системах. При управлінні економічними об'єктами ефективно використання методів системного аналізу. Дослідні прийоми системного аналізу та економіко-математичного моделювання дають можливість знаходити оптимальні управлінські рішення, вибирати раціональні способи обробки інформаційних потоків. Розглянемо особливості будівництва з точки зору системного підходу та економіко-математичного моделювання.

Інвестиційно-будівельний проект як система складається з окремих елементів, кожен з яких має свої властивості, що забезпечують досягнення мети системи. Ці елементи об'єднані і так взаємодіють між собою, щоб забезпечити існування системи і досягнення мети.

Найважливішими особливостями будівництва як динамічної системи є її інерційність і стохастичність. Інерційність її виражається через нерівномірність використання виробничих ресурсів, затримку управлінських рішень і через вплив зовнішнього середовища. Стохастичність системи будівництва виражається не тільки через стохастичність впливу чинників, а й через стохастичність поведінки її елементів (засобів і предметів праці, фахівців) [4]. Ця стохастичність є наслідком наявності безлічі варіантів організаційних і технологічних рішень в залежності від умов функціонування виробничого процесу. Яскраво виражена стохастичність будівництва вимагає використання вчиненого регулятора і, насамперед, високоефективної системи економічного управління. Слід зауважити, що в будівництві об'єктом управління може бути як сама будівельна організація, так і безпосередньо виробничий процес.

Будівельні організації будь-якого рівня є динамічними системами. Динаміка цих організацій, викликана зміною умов їх функціонування, зміною обмежень, накладених на них зовнішнім середовищем. Так зміна типів будинків робить необхідним змінювати машини, механізми, модернізувати виробничу базу будівельної організації. Особливість будівельного виробництва характеризується заємозамінністю ресурсів і способів організації виробничого процесу[2]. Багатоваріантність виробничих способів робить актуальним вибір найкращих серед допустимих через обмеженість виробничих ресурсів.

У виробничому процесі бере участь велика кількість власних підрозділів і навіть інших організацій, тому будівельні організації необхідно розглядати як великі і складні виробничі системи. Важливою їх особливістю є ієрархічність структури, на верхніх рівнях якої відбуваються тільки інформаційні процеси, а на нижніх - інформаційні процеси тісно переплітаються з матеріально-речовими виробничими процесами.

Мета ІБП, як системи та її елементів, визначається, насамперед, його соціально-економічним і виробничим характером. Основні елементи будівельної системи - працівники, об'єднані в трудовий колектив з певними єдиними соціальними та діловими інтересами. Через матеріальні ресурси, які використовуються у виробничому процесі, і власну готову продукцію будівельна організація контактує з іншими організаціями, об'єднується з ними в єдину господарську систему.

Суть процесу управління будівельним процесом полягає в цілеспрямованому впливі на будівельну організацію і її підрозділи для досягнення мети виробництва. Вплив як продукт суб'єкта управління передається об'єкту управління, який під цим впливом спрямований у своєму розвитку в напрямку досягнення мети[5].

Економіко-математичні методи управління проектами дозволяють побудувати модель оптимальної оцінки здійснення інвестиційних проектів і визначити динаміку ефективності реалізації кожного проекту, що і буде метою цього етапу дослідження обраного об'єкта.

Розглянемо проблему вибору сукупності інвестиційних проектів в умовах обмеженості початкової величини грошового фонду.

Тоді якщо об'єкт моделювання - безліч інвестиційних проектів, то завдання полягає у виборі найбільш бажаних проектів та оцінки їх ефективності на основі дослідження динамічної поведінки інвестиційної системи.

У дану схему укладається велика кількість реальних і типових ситуацій, в яких опиняються інвестори, що мають можливість фінансувати деяку сукупність проектів. До числа таких інвесторів можуть належати: банки, що кредитують підприємства і реалізують інвестиційні проекти; холдингові виробничі структури, що фінансують інвестиційні проекти дочірніх господарських суб'єктів; центральні компанії фінансово-промислових груп; державні та місцеві органи, що фінансують на поворотній основі інвестиційні проекти.

Відповідно до прийнятої термінологією розрахунковим періодом будемо називати період, протягом якого розглядається безліч проектів. Часові інтервали, на які ділиться розрахунковий період, являють собою кроки розрахунків. У загальному випадку кроки розрахунків можуть бути різної довжини. Індекс кроку розрахунків позначимо  $t$  ( $t = 1, 2, \dots, T$ ).

Висувається припущення, що інвестор має безліч з  $N$  інвестиційних проектів. Позначимо індекс проекту  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ). Для простоти дослідження введення даного індексу для кожної функції припускаємо, але опускаємо.

Кожен інвестиційний проект характеризується динамікою чистих доходів (ефектів). Чисті доходи проекту формуються з урахуванням як інвестиційної, так і операційної діяльності підприємства, що реалізує проект, і рівні різниці між припливом і відтоком грошових коштів.

Таким чином, чисті доходи визначаються наступними основними показниками: обсягами інвестицій в основний і оборотний капітал, виручкою від реалізації продукції, поточними витратами, податками, а також виручкою від реалізації активів[3]. У типовому випадку чисті доходи проекту негативні на початковій, інвестиційній стадії проекту, оскільки обсяг необхідних для реалізації проекту капітальних вкладень зазвичай перевищує доходи від операційної діяльності, що представляє собою виручку від реалізації продукції за вирахуванням поточних витрат і податків[6].

Отже, на кожній інвестиційній стадії проекту виникає потреба у його фінансуванні, тобто наявності певної величини грошових коштів, ефективності напрямки грошових потоків по різних напрямках.

Далі наведені позначення для моделі оцінки ефективності безлічі інвестиційних проектів.

Нехай  $k(t)$  - обсяг капіталу у інвестора, який він має намір вкласти в інвестиційний проект виду  $i$  в момент часу  $t$ ;

$y(t)$  - обсяг випуску продукції в момент часу  $t$  в слідстві реалізації  $i$ - проекту;

$c(t)$  - функція споживання інвестиційним проектом  $i$  грошових коштів в момент часу  $t$ .

При формуванні потоку грошових коштів окремих інвестиційних проектів на кожному кроці розрахунків має враховуватися необхідна умова спроможності проекту. Ця умова має виконуватися не тільки для кожного інвестиційного проекту, але й для інвестуючої системи[7].

Баланс обсягу капіталу інвестує системи в кожен момент часу  $t$  формується виходячи з сумарної величини коштів, що спрямовуються для реалізації проектів, сумарної величини коштів, одержуваних від реалізації проектів, а також з наявних фінансових ресурсів.

Таким чином, перейдемо до безпосередньої формалізації моделі оцінки ефективності безлічі інвестиційних проектів.

В динамічній моделі оцінки ефективності вибору безлічі інвестиційних проектів потрібно визначити змінні  $k(t)$  і  $y(t)$  за умови виконання відповідних обмежень. З математичної точки зору синтезируемая модель відноситься до класу завдань, що вирішуються диференціальними методами обчислення.

Тоді споживання проектом величини грошових коштів залежить від обсягу капіталу, наявного в інвестора в момент часу  $t$  наступним чином:

$$c(t) = ak(t) + b, \quad (1)$$

де

$$a, b = \text{const}$$

$$0 \leq a \leq 1,$$

за умови, що лінеаризована система (1) подібна в деякій околиці точки рівноваги оригінальній системі.

Прибуток від реалізації випущеної продукції в наступний момент часу витрачається і складе:

$$y(t+s) = c(t+s) + k(t) \quad (2)$$

при  $s \neq 0$

і  $S$  - ціле, яке визначається як певний часовий інтервал, через який можливий випуск продукції внаслідок реалізації і інвестиційний проект в момент часу  $t$ .

Відповідно до формули (2) стратегія вкладення грошових коштів інвестора в проект дорівнює:

$$k(t) = y(t+s) - c(t+s) \quad (3)$$

Розмір капіталу, яку інвестор очікує отримати від вкладення коштів у проект, може бути представлена:

$$k(t+s) = (1+a)^T \cdot k(t) \quad (4)$$

або

$$k(t) = (1+a)^{-T} k(t+s) \quad (4^*)$$

Припустимо, що величина  $S$  нескінченна мала, тоді використовуючи ряд Тейлора, можна записати:

$$y(t+s) = y(t) + sy(t) \quad (5)$$

Приріст продукції, що випускається залежить від продукції, випущеної в попередні моменти часу, та деяких вкладених коштів проект:

$$y(t+s) = y(t) + pk(t) \quad (6)$$

Відомо, що  $c(t)$  характеризує процес фінансування  $i$ -проекту на  $t$ -кроку розрахунків. Тоді існує ряд наступних умов.

Якщо  $c(t) \neq 0$ , то потоки грошових коштів переходять від інвестора до ініціатора проекту в момент часу  $t$ .

Якщо  $c(t) = 0$ , то спрямованість грошових потоків протилежна.

Тоді динамічна система загального вигляду

$$\begin{cases} \dot{x} = f(x, y, z), \\ \dot{y} = g(x, y, z), \\ \dot{z} = h(x, y, z) \end{cases}$$

при заміні

$$y(t+s) = x(t)$$

може бути представлена в наступному вигляді:

$$\begin{cases} \dot{k}(t) = x(t) - d \cdot k(t) - b, \\ \dot{y}(t) = [y(t) - x(t)] : s, \\ \dot{x}(t) = y(t) + p \cdot k(t) \end{cases} \quad (7)$$

де  $p, b, d, s = const$

або виду

$$\begin{cases} \dot{f}(x, y, z) = x(t) - d \cdot k(t) - b, \\ \dot{g}(x, y, z) = y(t) = [y(t) - x(t)] : s, \\ \dot{h}(x, y, z) = y(t) + p \cdot k(t) \end{cases} \quad (7^*)$$

Перший вираз в системі диференціальних рівнянь виходить в результаті підстановки формули (1) в формулу (3). Тоді

$$k(t) = y(t+s) - ak(t-s) - b$$

З формули (4) відомо, що

$$k(t-s) = (1+a)^{-T} k(t)$$

Тому, враховуючи заміну виду

$$y(t+s) = x(t), \quad \text{отримаємо} \quad k(t) = x(t) - a(1+a)^{-T} k(t) - b.$$

Нехай

$$a(1+a)^{-T} = d$$

Отримаємо шукане рівняння в системі (7):

$$k(t) = x(t) - dk(t) - b$$

Другий вираз в системі диференціальних рівнянь виходить в результаті простих арифметичних перетворень формули (5) і заміні  $y(t+s) = x(t)$ .

Третє вираження в системі диференціальних рівнянь виходить в результаті заміни  $y(t+s) = x(t)$  в рівнянні, представленого формулою (6):

$$x(t) = y(t) + pk(t).$$

Результат розрахунків за моделлю дає визначення ефективної динаміки реалізації сукупності інвестиційних проектів у часі з урахуванням можливостей їх фінансування. Економічні методи управління передбачають пріоритетність впливу управлінського механізму на підвищення ефективності функціонування. Для оцінки ефективності того чи іншого інвестиційно-будівельного

проекту або їх безлічі доцільно застосовувати метод економіко-математичного моделювання. Даний метод дозволяє вибрати пріоритетні напрями інвестування в умовах обмеженості величини грошового фонду та неповноти інформації про деякі фактори.

**Висновки.** Наведено поняття процесного підходу, як основоположної бази сучасних підходів до управління і методики його впровадження. Розглянуто особливості будівництва, як економічного процесу з точки зору економіко-математичного моделювання. Розглянуто проблему вибору сукупності інвестиційно-будівельних проектів в умовах обмеженості початкової величини грошового фонду. Наведена постановка задачі оцінки ефективності інвестиційно-будівельного проекту, а також постановка моделі оцінки ефективності. Визначено концепцію створення системно-динамічної моделі, в рамках якої встановлені основні припущення та причинно-наслідкові зв'язки моделі управління реалізацією інвестиційно-будівельних проектів.

#### Список використаних джерел:

1. ISO 10006:2003 Quality management systems - Guidelines for quality management in projects (IDT)
2. Асаул А.Н. Феномен инвестиционно-строительного комплекса или сохраняется строительный комплекс страны в рыночной экономике. Монография, 2001.
3. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами, - М.: СИНТЕГ -ГЕОЛ997. - 188 с..
4. Вовк В.М. Оптимизация использования производственных мощностей строительной организации. -К.: НМКВО, 1992. -164с
5. Вовк В.М., Черняховская Л.Г. Моделирование производственных процессов в крупнопанельном домостроении. -К.: НМКВО, 1991. -191с.
6. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – М.: Ипора, 2006г
7. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.
8. Романчикова О.В. Место методологии управления проектами в развитии бизнеса// <http://projectmanagement.com.ua/>
9. Савчук В.П., Прилипко СИ., Величко Е.Г. Анализ и разработка инвестиционных проектов. - К.: «Абсолют-В», «Эльга», 1999. - 302 с.

#### Bibliography:

1. ISO 10006:2003 Quality management systems - Guidelines for quality management in projects (IDT)
2. Asaul A.N. (2001), "The phenomenon of investment-building complex or building complex of the country is preserved in a market economy", ["Fenomen investicionno-stroitel'nogo kompleksa ili sohranjaetsja stroitel'nyj kompleks strany v rynochnoj jekonomike"], *Monografija*
3. Burkov V.N., Novikov D.A. "How to manage projects", ["Kak upravljat' proektami"], М.: SINTEG - GEOL997, pp. 188
4. Vovk V.M. (1992), "Optimizing the use of production capacity building organization", ["Optimizacija ispol'zovanija proizvodstvennyh moshhnostej stroitel'noj organizacii"], К.: NMKVO, pp. 164
5. Vovk V.M., Chernjahovskaja L.G. (1991), "Simulation of manufacturing processes in large-panel construction", ["Modelirovanie proizvodstvennyh processov v krupnpanel'nom domostroenii"], К.: NMKVO, pp. 191
6. Rajzberg B.A., Lozovskij L.Sh., Starodubceva E.B. (2006), "Modern Dictionary of Economics", ["Sovremennyj jekonomicheskij slovar"], М.: Ipora
7. Repin V.V., Eliferov V.G. (2004), "Process approach to management. Business process modeling", ["Processnyj podhod k upravleniju. Modelirovanie biznes-processov"], М.: RIA «Standarty i kachestvo», pp. 408

**Ключові слова:** Економіко-математичне моделювання, динамічне моделювання, управління і планування, моделювання процесів підприємства, інвестиційно-будівельні комплекси, ефективність.

**Ключевые слова:** Экономико-математическое моделирование, динамическое моделирование, управление и планирование, моделирование процессов предприятия, инвестиционно-строительные комплексы, эффективность.

**Keywords:** Economic-mathematical modeling, dynamic simulation, management and planning, process modeling enterprise, investment and building complexes, efficiency.