

Баканьова А.Б.

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Під час оцінювання перспектив реалізації інвестиційних проектів неможливо точно визначити, особливо у тривалому періоді, вплив внутрішніх і зовнішніх дестабілізуючих економічних факторів. Однак, як зазначають автори роботи [5], проблема аналізу та оцінки виробничо-економічних систем має розглядатися у зв'язку із необхідністю в запобіганні або мінімізації наслідків цих збурюючих впливів.

Інвестиційний проект є динамічною системою, яка описує траєкторію розвитку комплексу показників, що характеризують стан економічного об'єкту у залежності від часу як аргументу. Для розробки моделей таких систем у теорії автоматичного управління застосовується підхід, заснований на побудові структурних схем системи, що зображують причинно-наслідкові зв'язки між її елементами. Такий підхід є розповсюдженим для рішення динамічних задач насамперед у техніці.

Зокрема, як зазначено у [8] проведення аналогії між фізичними та економічними параметрами дає можливість більш точно прогнозувати поведінку економічної системи у невизначених або не зовсім визначених умовах. Автором запропоновано визначення «коридору» значень параметрів, дія яких прогнозується, що економічно є граничними значеннями впливу факторів на результат реалізації інвестиційного проекту. В роботі зазначено, що умови нестабільності економічної системи можуть бути визначені кількісно в умовах гранично припустимих відхилень. Водночас автори [3, с. 116] зазначають, що дослідження складних систем методами економічної динаміки, аналіз їх стійкості доводить, що „динамічний”, а не „імовірнісний” прогноз є можливість навести тільки для систем із невеликою кількістю ступенів свободи та на обмеженому горизонті планування. Однак ця проблема вирішується вибором у просторі можливих станів системи, що досліджується, області в якій стан об'єкта характеризується декількома ведучими змінними, зв'язок яких описується детермінованою системою. В роботі [9] наведена модель системи інвестиційного проекту підприємства як підсистеми узагальненої динамічної моделі підприємства із використанням операторного методу моделювання, що має широкий спектр застосування. Важливою відмінністю представлення системи управління інвестиційним проектом підприємства методами теорії автоматичного управління є можливість дослідження системних характеристик проекту в динаміці, тобто спектра станів системи протягом визначеного часу, на відміну від статичного підходу, при якому досліджується лише набір фіксованих у часі показників, що відображають конкретний стан системи.

В системах управління інвестиційним проектом в процесі варіації значень частини змінних відбувається цілеспрямований вплив на інші змінні. Це викликає необхідність встановити зв'язки між ними для подальшого аналізу. Дані зв'язки в теорії автоматичного управління встановлюються описом систем за допомогою набору функцій – перехідної, передаточної та імпульсної [6]. Передаточна функція є зручним описом лінійної системи, що визначається як відношення вихідної змінної до вхідної, за умови, що всі початкові умови дорівнюють нулю [4, с. 69], й це відношення відображено як перетворення Лапласа. Перевагою зображення у вигляді передаточної функції є те, що усі динамічні властивості системи (стійкість та ін.) повністю визначаються через дослідження значень коренів передаточної функції (нулів та полюсів). Застосовуючи структурну схему системи, що зображує причинно-наслідкові зв'язки між її елементами [7], отримавши на підставі схеми формування грошових потоків за інвестиційним проектом, можна проводити аналіз стійкості інвестиційного проекту за допомогою дослідження поведінки передаточної функції проекту.

На теперішньому етапі метою автора є реалізація моделі [7] у системі MATLAB та її структурне перетворення для одержання передаточної функції, що є придатною для подальшого аналізу методами теорії автоматичного управління стійкості інвестиційного проекту.

Перевагою зображення динамічної системи у вигляді передаточної функції є те, що вона дозволяє компактно відобразити причинно-наслідкові зв'язки між змінними. Передаточна функція може бути одержана за допомогою структурної схеми, яка є найбільш поширеною для відображення динамічних систем різної природи. Структурна схема складається з блоків спрямованої дії (ланок), кожному з яких відповідає визначена передаточна функція [4, с. 83].

В роботі [7] запропонована модель інвестиційного проекту підприємства із застосуванням апарата теорії автоматичного управління, що дозволяє аналізувати його стійкість та розроблена структура фінансової складової інвестиційного проекту підприємства. Стосовно наведеної моделі введені такі припущення, що дозволили модифікувати та спростити модель: незалежні вектори $K_{зал}$ (обсяг залучених інвестиційних коштів); $K_{ен}$ (початковий обсяг власних інвестиційних коштів підприємства); $K_{енот}$ (поточний обсяг власного капіталу підприємства) врахували у вхідний вектор $K_{влт}$ - початковий обсяг вкладень та вектор $K_{влтот}$ - поточний обсяг вкладень. Незалежні вектори $K_{ОФн}$ (початковий обсяг основних виробничих фондів проекту); $K_{ОФ}$ (обсяг основних фондів проекту); $K_{лікв}$ (план вибуття основних фондів) врахували в векторі основних фондів (зі знаком мінус та на першому етапі). Таким чином замість моделі „багато входів – один вихід” отримали модель „один вхід – один вихід” зображену на рис. 1.

динатами (XY Graph). При цьому отриманий фазовий портрет, рис.3.

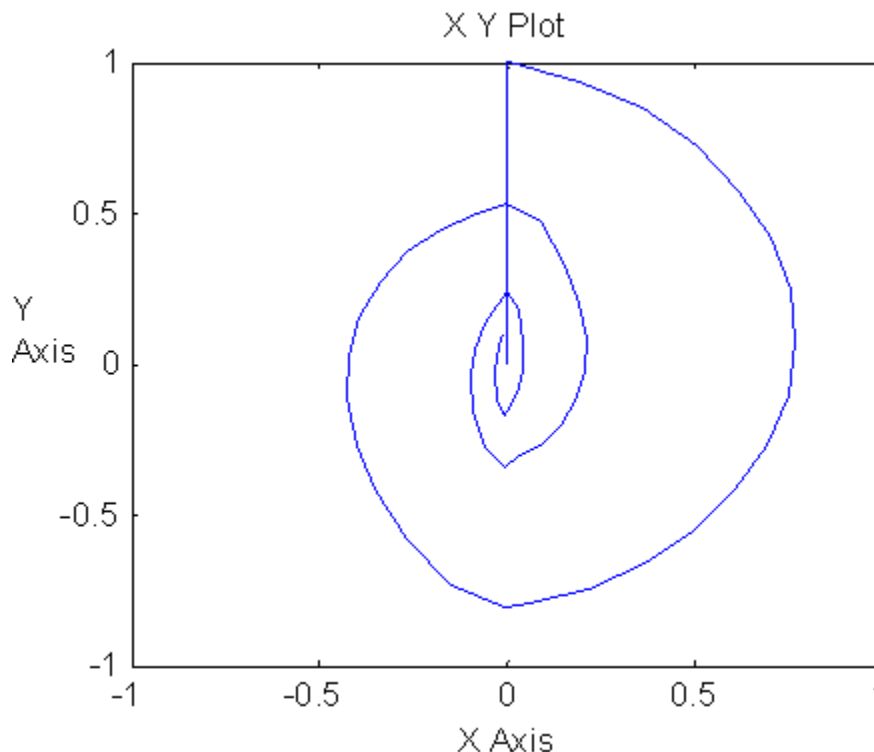


Рис. 3. Фазовий портрет

Оскільки структурна схема, що відображує реальний інвестиційний проект є доволі складною потрібно мати можливість спростити її, звівши до конфігурації з меншим числом блоків ніж в вихідній системі. В теорії автоматичного управління є правила перетворення структурних схем [4, с. 84; 9, с. 120-121]. Застосування під час аналізу системи перетворень структурних схем дає краще уявлення про роль кожного елемента, ніж це було б за розгляду рівнянь.

Схема зі зворотним зв'язком використовується для моделювання кругообігу фінансів, капіталу, аналізу динаміки систем розширеного відтворення ресурсів. Введення зворотного зв'язку, тобто залежності рішень, що приймаються від реального стану справ, а не тільки від планів стабілізує систему, яка б без зворотного зв'язку зруйнувалася б під час оптимізації параметрів [2, с. 14].

Застосувавши послідовно низку перетворень за правилами перетворення структурних схем отримаємо загальний вигляд передаточної функції інвестиційного проекту

$$\begin{aligned}
 & \frac{ADIG - ABDG - CDG \frac{1}{s^2} - CG \frac{1}{s^3} - FG \frac{1}{s}}{1 - H + ADIG - ABDG - CD \frac{1}{s^2} G - C \frac{1}{s^3} G - FG \frac{1}{s}} = \\
 & \frac{ADIGs^3 - ABDGs^3 - CDGs - CG - FGs^2}{s^3} = \\
 & \frac{s^3 - Hs^3 + ADIGs^3 - ABDGs^3 - CDGs - CG - FGs^2}{s^3} = \\
 & \frac{(ADGI - ABDG)s^3 - FGs^2 - CDGs - CG}{(1 - H + ADGI - ABDG)s^3 - FGs^2 - CDGs - CG}
 \end{aligned}$$

$$A = (Pr - eo)$$

$$I = (1 + p_{inv})$$

$$B = (1 + \eta_e) * \partial \text{оля}_{випр}$$

$$\text{де } C = E = \partial \text{оля}_{оф} * \frac{1}{\tau}$$

$$D = (1 - \eta_{np})$$

$$E = C = \partial \text{оля}_{оф} * \frac{1}{\tau}$$

$$F = \partial \text{оля}_{зал} * r_{inv} * (1 - \eta_{np})$$

$$G = \partial_{чп} * (1 - n_{чп})$$

$$H = (1 - n_{чп}) * r_{inv} * n_{чп}$$

Блок виробництва не є елементарним оператором, його загальний вигляд та передаточна функція отримані в роботі [1, с. 215-229], таким чином передаточна функція блока виробництва має вигляд:

$$W(z) = \frac{P(s)}{Q(s)} = \frac{\left[\begin{array}{l} 151650.03 * (s - 0.894839) * (s - 0.002492)^2 + \\ + 69518.97 * (s - 1) * (s - 0.002492)^2 - \\ - 2863.97 * (s - 1) * (s - 0.894839) * (s - 0.002492) + \\ + 188362.8234 * 0.002492 * (s - 1) * (s - 0.894839) \end{array} \right]}{18000000 * (s - 1) * (s - 0.894839) * (s - 0.002492)^2}$$

Отримана передаточна функція, що поєднує виробничу та фінансові складові інвестиційного проекту за умови оцінки всіх параметрів, що входять до її складу на підставі реального проекту, дозволяє аналізувати стійкість як динамічну характеристику із застосуванням критеріїв стійкості, таких як критерії Найквіста, Рауса-Гурвица та ін.

Таким чином в роботі запропонована модель, що дозволяє аналізувати стійкість інвестиційного проекту підприємства за допомогою дослідження поведінки його передаточної функції із застосуванням методики складання типових структурних схем побудови моделі інвестиційних проектів підприємства. У системі MATLAB реалізована структурна схема інвестиційного проекту. Проведення дослідження стійкості інвестиційного проекту за допомогою наведеної моделі дозволить підвищити обґрунтованість рішень, які приймаються, що в свою чергу дозволить мінімізувати наслідки впливу збурень, що можуть призводити до виходу проекту за межі границь стійкості. В подальшому отримана модель дасть змогу проводити імітаційні експерименти з метою визначення границь стійкості проекту, збурень, що можуть приводити проект до виходу з них. Одержані результати дають змогу синтезувати системи управління, що генерує такі управляючі впливи, які приводять проект до стійкого стану.

Джерела та література

1. Адаптивные модели в системах принятия решений: Монография / Под ред. Н.А. Кизима, Т.С. Клебановой. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2007. – 368 с.
2. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. – М.: МЦНМО, 2000. – 32 с. Библ. 31-32.
3. Ахромеева Т.С., Малинецкий Г.Г., Подлазов А.В. Большие проекты, нелинейная динамика и безопасность в историческом контексте. // Электронный журнал «Исследовано в России». – <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/010.pdf> - с. 116-118.
4. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления: Пер. с англ. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
5. Забродский В.А., Клебанова Т.С., Скурихин В.И. Анализ и предупреждение дестабилизации функционирования предприятия. Монография. – К.: Манускрипт, 1994. – 76 с.
6. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учеб. в 5 т. / Под ред.: К.А. Пупков, Н.Д. Егупов. - 2-е изд., перераб. и доп. Т. 1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2004. – 654 с.
7. Милов А.В., Ковалик А.Б. Структурная модель инвестиционного проекта // Бизнес-информ.- 2007.- №12(3). - С. 51-53.
8. Околелова Э.Ю. Оценка инвестиционного процесса как нелинейной динамической системы. - http://www.volsu.ru/s_conf/index.html.
9. Царьков В.А. Динамические модели экономических систем. // Сборник научных трудов Приложение к журналу «Аудит и финансовый анализ». – 2005. – №2. – С. 118-139.