



Коваль Н. П.

Магістрант, Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут»

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙ В УМОВАХ КОМПЛЕКСНОГО ІНВЕСТИВАННЯ

У даній роботі розглядається вплив розподілу фінансових інвестицій на виробничому підприємстві як на прибуток підприємства, так і на екологічний стан регіону, що на даний час є досить важливою проблемою для нашої країни.

In this paper is about the effect of the distribution of financial investments in the manufacturing plant as income tax, and on the ecological status of the region, which is now a very important issue for our country.

Ключові слова: інвестиції, моделювання, динамічна модель, розподіл інвестицій, інвестування в екологію.

ВСТУП

Перед кожним підприємством гостро стоїть питання оптимального та найбільш ефективного розподілу грошових фондів, особливо в тих випадках, коли вкладання грошей має на меті не тільки фінансову вигоду, але й екологічну.

У даній роботі розглядається вплив розподілу фінансових інвестицій на виробничому підприємстві як на прибуток підприємства, так і на екологічний стан регіону, що на даний час є досить важливою проблемою для нашої країни.

Метою роботи являється розглянути модель оптимального розподілу інвестицій, здійснити аналіз та розрахунки згідно з вибраними даними. Об'єкт дослідження – раціональний розподіл грошових ресурсів на підприємстві. Предмет роботи – визначення коефіцієнта штрафу за викиди в атмосферу шкідливих речовин, який буде впливати на розподіл інвестицій.

На даний час проблема викидів шкідливих речовин в атмосферу є вкрай актуальною як для нашої країни, так і для всього світу. На жаль, більшість підприємств в першу чергу піклуються про збільшення власних прибутків і в останню чергу – про екологію. І поки не вплинути на них шляхом накладання штрафу за забруднення, нічого не зміниться. Саме тому дуже важливо показати керівникам підприємств, що вкладати гроші в екологію не тільки необхідно, але й фінансово обґрунтовано.

Доцільність вкладання грошових засобів в екологію в даній роботі відслідковується через зменшення штрафних санкцій, що будуть пред'явлені заводу регіональним управлінням з питань екології.

Для заводу важливим є знайти такий оптимальний обсяг грошових ресурсів, які будуть вкладені в очищення повітря від викидів шкідливих речовин, що з одного боку забезпечить досить високу ступінь очищення повітря та достатньо низькі штрафні санкції, а з іншого – буде прийнятним та не завдасть підприємству значних фінансових збитків.

Значні інвестиційні ресурси витрачаються часто після розробки й затвердження конкретного інвестиційного проекту підприємства, під яким розуміється комплекс документів стосовно змісту й умов реалізації відповідних заходів з досягнення поставленої мети.

При цьому виконання передбачених інвестиційним проектом заходів повинно обов'язково дати позитивний економічний чи соціальний ефект від реалізованих інвестицій.

Управління інвестиційними проектами розвитку підприємств має на меті розробку стратегічних планів їх впровадження. Стратегічні плани містять параметри діяльності об'єктів, які характеризують їх віддалене майбутнє. Оскільки всі економічні об'єкти функціонують і розвиваються не тільки у часі, а і в просторі, то вони є динамічними, отже, управління проектами розвитку підприємств може здійснюватись на основі динамічних моделей, для реалізації яких застосовуються методи динамічного програмування.

Динамічний процес ділиться на сукупність послідовних кроків. При плануванні багатокрокового процесу, потрібно вибирати управління на кожному етапі з врахуванням майбутніх наслідків на тих етапах, які попереду. Лише на останньому етапі можна приймати рішення, що дасть максимальний ефект. Враховуючи інформацію як закінчився попередній крок, для різних гіпотез про завершення передостаннього кроку здійснюється вибір управління на останньому кроці. Таке управління називається умовно-оптимальне. Знаходять його для всіх кроків з припущення, що попередній етап закінчився відповідно до однієї із можливих гіпотез.

Коли всі умовно-оптимальні управління на всіх етапах відомі, це значить, що визначено, як потрібно керувати на кожному кроці, який би не був процес на початку. Так, можна знайти не умовно-оптимальне, а оптимальне управління.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Розглянемо приклад системи управління, що описує взаємовідносини керівництва регіону та підприємства, що знаходиться на його території. Підприємства зазвичай не впроваджують нові технології зі зменшення викидів в атмосферу, поки на них не вплине керівництво регіону. Ці підприємства за родом своєї виробничої

діяльності забруднюють навколишнє середовище (наприклад, повітря), і регіональне керівництво може вплинути на розподіл виробничих інвестицій. Проведемо аналіз деякої спрощеної схеми цієї ситуації.

Побудуємо модель впливу регіонального керівництва на оптимальний розподіл виробничих інвестицій. Позначимо через $\Phi(t)$ фонди підприємства. Зміну фондів будемо описувати наступними рівняннями:

$$\dot{\Phi}(t) = I(t) - k \Phi(t), \quad (1.1)$$

де

$I(t)$ – інвестиції в період t ,

t – період, що дорівнює 1 року та змінюється дискретно,

k – коефіцієнт амортизації.

Завод за одиницю часу випускає продукції в кількості:

$$P = P(\Phi), \quad (1.2)$$

де $P(\Phi)$ – виробнича функція.

Підприємство виготовляє не тільки корисний продукт, але й шкідливий, що забруднює атмосферу. Позначимо потік забруднюючих речовин через

$$\pi = \pi(P, V), \quad (1.3)$$

де $V(t)$ – затрати підприємства на удосконалення технологій чи очистку повітря в заводських умовах.

Розглянемо ситуацію, в якій функціонує об'єкт – завод феросплавів в Україні, що представляє інтереси регіону, та суб'єкт – регіональне управління. Останній має право обкладати підприємство штрафом. Будемо вважати, що штраф пропорційний кількості скинутих в атмосферу забруднюючих речовин:

$$w(t) = c\pi(t), \quad (1.4)$$

де $\pi(t)$ залежить від $P(t)$ – обсягу продукції в період t , та $V(t)$ – затрат на удосконалення технологій чи очистку води.

Величина коефіцієнта штрафу c перебуває, звичайно, в розпорядженні регіонального управління. Всі інші управління, V і I знаходяться в розпорядженні підприємства, у діяльність яких регіон втручатися не має права.

Вважатимемо, що інвестування відбувається за рахунок внутрішніх коштів підприємства і що всі капітали витрачаються тільки на інвестування розвитку підприємств, на створення системи штучної очистки, сплату штрафу та виплату зарплати робітникам заводу. Це означає, що

$$P(\Phi(t)) = I + V(t) + w(t) + L(t). \quad (1.5)$$

Розглянута система є ієрархічною. Суб'єкт, що представляє регіональне управління, знаходиться в особливому положенні. Він має можливість, повідомляти заздалегідь ціну за забруднення c . Тому ми проведемо аналіз з точки зору суб'єкта, що представляє регіональне управління. Перш всього він повинен зробити певні гіпотези про поведінку (тобто про цілі) суб'єкта. Більш-менш правдоподібною є наступне припущення: вибір керуючих дій, якими розпоряджається підприємство, визначається умовою

$$J(t) = V(t) + w(t) + L(t) \rightarrow \min \quad (1.6)$$

Оскільки в момент прийняття рішень виробники (підприємства) будуть знати ціну, яку вони повинні платити за забруднення, то їх стратегії визначаються з

умов

$$V(t) + c\pi(t) + L(t) \rightarrow \min, \quad (1.7)$$

при обмеженнях

$$V \geq 0, V(t) + c\pi(t) + L(t) \leq P(\Phi). \quad (1.8)$$

Рішення задачі (1.7), (1.8) дозволяє суб'єкту, який представляє інтереси регіону, визначити ті капіталовкладення на вдосконалення технологій та внутрішнє очищення, які витрачає підприємство. Вони, очевидно, залежатимуть тільки від обсягу фондів Φ і ціни штрафу c . Вирішуючи задачу (1.7), (1.8), ми знайдемо, що

$$V(t) = p(c, \Phi(t)). \quad (1.9)$$

Знайдемо виробничу функцію для Нікопольського заводу феросплавів та функцію залежності потоку забруднюючих речовин від кількості випуску продукції та суми грошей, що витрачається на удосконалення технології чи очистку повітря.

Основним «матеріалом» для побудови виробничої функції є залежності $y = f(x_1,$

$\dots, x_n)$, де y — показник випуску (обсяг), $x_1, \dots, x_n$ — обсяги виробничих ресурсів

(чинників). Побудуємо виробничу функцію $y = f(x_1, \dots, x_n)$ шляхом підбору

найбільш адекватних функцій, знаючи обсяг основних фондів підприємства. А

також знайдемо залежність кількості забруднюючих речовин від основних фондів

та обсягів виробництва. Нехай функції мають такий вигляд: $P = A_1 + A_2 \cdot \Phi$,

$\Pi = B_1 \cdot P^{B_2} \cdot V^{B_3}$ тоді можна знайти ω .

Використовуючи ці вирази, складемо цільову функцію (1.6), знаючи ω :

$$J = V + \omega + L. \quad (1.10)$$

Припустимо, що значення V , що реалізує її мінімум, лежить всередині інтервалу.

Тоді вибір підприємства ми зможемо знайти з умови:

$$\frac{\partial J}{\partial V} = 0, \quad (1.11)$$

Функція J , що визначається рівнянням (1.10), має єдиний мінімум $V = V^*$. Він

визначається з рівняння (1.11):

$$\text{Запишемо його через } V^* \quad (1.12)$$

Розрахуємо ще величини π та ω , підставивши значення V , яке отримали: π^* (1.13) та ω^* (1.14).

Припустимо тепер, що кошти, отримані регіональним управлінням за рахунок штрафів, витрачаються на централізовану очистку середовища. Тоді рівняння, що характеризує зміну рівня забруднення середовища, можна записати в наступному вигляді:

$$\dot{z} = \pi(t) - f(x) - W(\omega(t)) . \quad (1.15)$$

Тут $f(x)$ - природне очищення. Як правило, ця функція увігнута і має певний поріг насичення: ефективність очищення не може перейти деяку межу z^* , Відомо, що залежність $f(x)$ має гістерезисний характер. Це означає, що спочатку йшло збільшення концентрації забруднюючих речовин, тоді інтенсивність самоочищення змінювалася уздовж певної кривої до деякого значення $z = \dot{z}$. Після цього рівень забруднення починає падати. Але зміна інтенсивності вже не буде слідувати цією кривою.

Функція $W(\omega)$ – це кількість шкідливих відходів, що знищується централізованим очищенням. Нехай

$$W = \rho \omega = \mu c \pi ,$$

де μ – частина штрафу, що витрачається на поточні витрати на охорону природи, пов'язані з експлуатацією і обслуговуванням засобів природоохоронного призначення.

Таким чином, рівняння (1.15) ми перепишемо так:

$$\dot{z} = \pi(1 - \mu c) - f(z) \quad (1.16)$$

Оскільки кожне підприємство в момент прийняття свого рішення буде знати політику штрафів регіонального управління, то регіональне управління може вважати, що V визначається формулою (1.9) і, отже,

$$\pi^* = \pi(P, V)$$

тоді рівняння (1.16) приймає вигляд:

$$\dot{z} = \pi^*(1 - \mu c) - f(z) \quad (1.17)$$

В тому випадку, який ми розглядаємо (для якого справедливі формули) (1.12)-(1.14)), ми будемо мати $\dot{z}$, яке запишемо як формулу (1.18).

Розглянемо тепер мотиви, якими може керуватися регіональне управління при призначенні штрафу. Тут може бути багато різних ситуацій, і суб'єктивні цілі регіонального управління можуть бути дуже різні. Обговоримо деякі можливі варіанти.

Перш за все, регіональне управління повинне прагнути до того, щоб якості середовища не погіршувалися, тобто, щоб

$$\dot{z}(t) \leq 0, \forall t \quad (1.19)$$

або хоча б

$$\dot{z}(t) \rightarrow \min, \forall t \quad (1.20)$$

якщо виконання (1.19) неможливе.

Проте не тільки критерії (1.19) та (1.20) відображають інтереси регіону.

Регіональне управління зацікавлене також в промисловому розвитку регіону, яке забезпечує стабільність життя населення і відповідає його інтересам. Цей критерій можна формалізувати різними способами. Наприклад, можна вимагати, щоб:

$$\Phi > 0 \quad (1.21)$$

або

$$\Phi \rightarrow \max \quad (1.22)$$

Критерій (1.20) можна переписати в наступному вигляді

$$f^*(\Phi, c)(1 - \mu c) - f(x) \rightarrow \min \quad (1.23)$$

Перепишемо тепер критерій (1.22). Використовуючи рівняння (1.1) та рівність (1.5), ми отримаємо:

$$I_2(c) = \Phi = P(\Phi) - V(t) - c\Pi - k\Phi \rightarrow \max \quad (1.24)$$

Помножимо $I_1(c)$ на -1, отримаємо:

$$I_1^*(c) = -f^*(\Phi, c)(1 - \mu c) + f(x) \rightarrow \max$$

Отже, маємо двокритеріальну задачу:

$$I_1^*(c) = -f^*(\Phi, c)(1 - \mu c) + f(x) \rightarrow \max$$

$$I_2(c) = \Phi = P(\Phi) - V(t) - c\Pi - k\Phi \rightarrow \max$$

З обмеженнями:

$$\begin{cases} V \geq 0 \\ V + c\Pi + L \leq P(\Phi) \end{cases}$$

Існує декілька методів для пошуку с. Наприклад, можна використовувати принцип

Парето-оптимальності, мінімакса та згортання декількох критеріїв в один

глобальний.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було розглянуто модель розподілу інвестицій на підприємстві шляхом впливу регіонального управління нарахуванням штрафів за шкідливі викиди в атмосферу як на прибуток підприємства, так і на екологічний стан регіону, що на даний час є досить важливою проблемою для нашої країни.

Знаючи виробничу функцію підприємств, кількість речовин, що викидаються в зовнішнє середовище, я розрахувала який штраф необхідно виплатити підприємству, при цьому щоб мінімізувати викиди забруднення в атмосферу та максимізувати випуск.

Зі сторони регіонального управління, в наших інтересах зробити все можливе, щоб виробництво не робило багато шкоди для екології регіону, проте продовжувало своє виробництво, надаючи робочі місця населенню.

Підприємство може обрати два шляхи інвестування своїх грошей. Перший – це інвестиції в удосконалення технологій чи очистку води в заводський умовах, при цьому витрачаючи також кошти на виробництво та виплату штрафу. А другий – вклади грошей лише в розширення виробництва та штраф, при цьому не розвиваючи сектор зі зменшення шкідливих викидів в природу.

Екологічна тематика широко вивчається в Європі. Сучасний екологічний стан України та кількість викидів отруйних речовин в атмосферу потребують вивчення даного питання та здійснення заходів щодо їх зменшення. Одним з регуляторів кількості викидів є накладання штрафу.

Дана модель легко може використовуватись для підрахунку призначення штрафів для будь-якого іншого підприємства, підставивши дані іншого заводу, що робить її універсальною та актуальною, особливо в умовах популярності теми екології.

Отже, задача оптимального розподілу інвестицій є актуальною для інвесторів та для країни в цілому. Використовуючи моделі динамічного програмування, можна знайти той варіант вкладання коштів, який є найбільш економічно вигідним.

Література:

1. Дзюбан І.Ю. Методи дослідження операцій: Навч.-метод. посіб./ І. Ю. Дзюбан, О. Л. Жиров, М. Г. Охріменко, К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2005. – 108 с.: іл. – Бібліограф.: с. 104, ISBN: 966-622-186-1.
2. Капустян В. О. Фінансова математика. Нав. посіб./ Капустян В. О., Пасенченко Ю. А. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 228 с.
3. Останкова Л.А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками. Навч. посіб./ Останкова Л.А., Шевченко Н.Ю. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 256 с. ISBN 978-611-01-0211-7.
4. Старченко К., Інвестиції: Теорія і практика. – Мюнхен: 2011. – 236 с., ISBN: 978-966-8406-29-4.
5. Бочаров В. В., Финансово-кредитные методы регулирования рынка инвестиций. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 320 с., ISBN: 5-279-01048-0.
6. Лагоша Б.А. Оптимальное управление в экономике. – М., 2003, ISBN: 5-02-013937-8.
7. Губський І. В. Інвестиційні процеси в глобальному середовищі. – К.: Віра. – 2001. – 450 с., ISBN: 966-95710-1-4.
8. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. – М.: Наука, 1966., ISBN: 5-02-013937-8
9. Рут Ф. Міжнародна торгівля та інвестиції, – К., 1998, ISBN: 966-500-190-6.
10. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры./ Самарский А.А., Михайлов А.П. – М.: Физматлит, 2001, ISBN: 5-9221-0120-X.
11. Гойко А.Ф. “Организация рынка финансового капитала и инвестиций в Украине”. – К., Будівельник.. 1995, ISBN: 5-7705-0641-5.
12. Колемаев В.А. Математическая экономика – Учебник, 2002. – 399 с., ISBN: 5-238-00969-0.