Н.С. **Половян**, канд. екон. наук, доц.,
А.С. **Окуловська**, пошукач

ВИБІР СТРАТЕГІЇ ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

Запропоновано модель вибору стратегії економіко-екологічного розвитку підприємства, яка є системою диференціальних рівнянь, які дозволяють врахувати економічну та фінансову складові при ухваленні економіко-екологічних рішень. Для знаходження екстремальних точок використано генетичний алгоритм.

Article is offered a model for the choice of economic-ecological strategy of enterprise development. A model is the system of differential equalizations which allow to take into account an economic and financial constituent at acceptance of economic-ecological decisions. It is suggested to carry out finding of extreme points by genetic algorithms.

Ключові слова: класичні методи оптимізації нелінійних функцій, генетичний алгоритм, управління активами і пасивами.

Keywords: classic methods of optimization of nonlinear functions, genetic algorithm, management of assets and passive voices.

Фінансово-економічна криза значно підвищила вимоги до системи управління підприємством. Керівництво повинне вирішувати не тільки оперативні завдання, але розробляти напрямки для стратегічного розвитку. В умовах значного підвищення вартості енергетичних ресурсів для українських підприємств єдиною можливістю забезпечення конкурентоздатності є впровадження енергозберігаючих технологій та екологізація виробництва. Тому пріоритетним завданням для керівництва вітчизняних підприємств є розробка стратегії економіко-екологічного розвитку для підвищення ефективності використання ресурсів підприємства. Дослідження Б. Данилишина [1], М. Долішнього [2], М. Чумаченка [3], В. Шевчука [4] та ін. спрямовані на розробку понятійного апарату, механізму функціонування і регіональних особливостей у сфері екологічної економіки. Результати досліджень у галузі кількісної оцінки техногенного впливу на навколишнє середовище містяться у роботах І. Александрова [5], К. Гофмана [6], В. Леонтьєва [7], Г. Моткіна [8], Є. Рюміної [9] та ін. Інструментарій економіко-екологічного регулювання та управління розроблений і удосконалений О. Амошею [10], Н. Андрєєвою [11], Б. Буркинським [12], О. Веклич [13], А. Садєковим [14], І. Синякевичем [15], С. Харічковим [12] та ін. Проте, слід зазначити, що особливості розробки та вибору стратегії сталого розвитку підприємства недостатньо розроблені. Тому метою дослідження є розробка інструментарію, що дозволяє визначити основні фінансові напрямки формування стратегії економіко-екологічного розвитку.

Як відомо, підприємство складається з тих же елементів, що і суспільне виробництво. Проте, підприємство і суспільне виробництво виконують різні функції.

Наведений рис. 1 відображає принципову схему функціонування економічної системи, в якій використана ідея «чорної скриньки». На вході здійснюється надходження ресурсів (трудових, матеріальних, фінансових), після чого відбувається їх перетворення в готову продукцію. При цьому технологічний процес виробництва здійснюється з рядом втрат виробничих елементів (наприклад, екологічно шкідливі викиди та ін.). Проте ця структура не дозволяє врахувати особливості ухвалюваних рішень, особливо в області економіко-екологічного розвитку підприємства. Економіко-організаційними передумовами побудови оптимальних стратегій економіко-екологічного розвитку підприємства є наступні:

1) чітко сформульована і обгрунтована генеральна мета підприємства по основних напрямах діяльності та розвитку, заснована на принципах стійкого розвитку;

2) задовільна структура балансу, а також достатній рівень фінансової стійкості (платоспроможності) для реалізації запланованих заходів;

3) можливість розвитку за рахунок залучення як зовнішніх, так і власних джерел інвестицій.

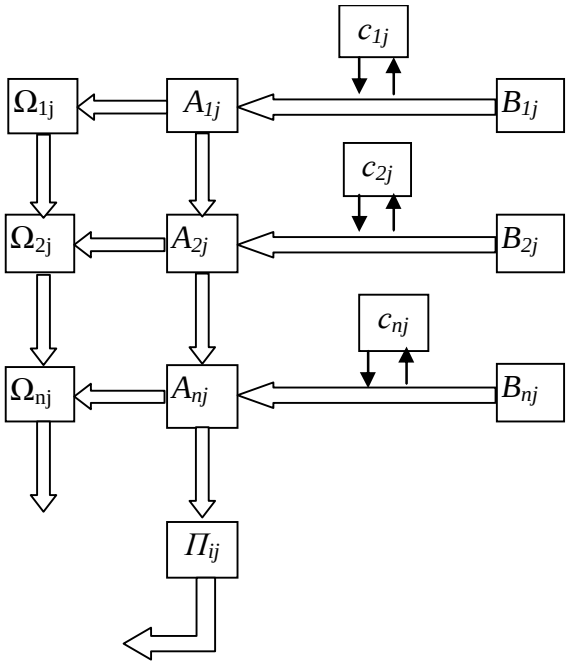


Рис. 1. Економічна структура підприємства

Примітки:

A_{1j}, A_{2j},..., A_{nj} – вартість виробничих елементів підприємства;

B_{1j}, B_{2j},..., B_{nj} – вартість надходження робочої сили, засобів праці та предметів праці;

c_{1j}, c_{2j},..., c_{nj} – вартість сировини і матеріалів;

Ω_{1j}, Ω_{2j},..., Ω_{nj} – економічні та екологічні втрати виробничих елементів підприємства;

$П_{ij}$ – вартість продукції підприємства.

За наявності таких загальних передумов можливість стійкого і ефективного в стратегічній перспективі розвитку може бути досягнута при реалізації наступної фінансової схеми управління активами і пасивами (рис.2).

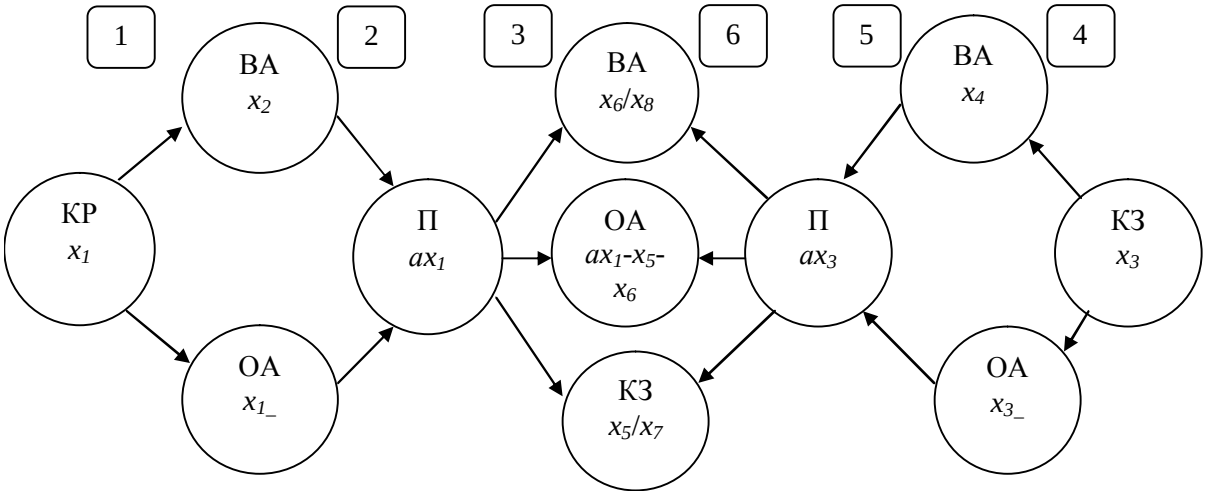


Рис. 2. Фінансова схема управління активами і пасивами підприємства для реалізації економіко-екологічної стратегії

Економічна інтерпретація цієї схеми комбінованого інвестування полягає в наступному:

1. Першочерговим імпульсом стратегічного розвитку виступають засоби зовнішнього кредитування – довгострокові кредити і позики (ДКЗ), які в концепції фінансового аналізу трактуються як власні засоби підприємства, а також джерела власних засобів: фонд накопичення, нерозподілений прибуток попередніх періодів, сальдо результатів іншої реалізації – в сумарному об'ємі x_1 (передбачається, що всі грошові потоки дисконтовані по чиннику часу і темпам інфляції).

Ці засоби розподіляються по двох напрямах. У розмірі x_2 – на цілі розвитку, пов'язані з перепрофілюванням підприємства, модернізацією і розширенням виробничих потужностей, технічною підготовкою виробництва і маркетингом продукції стратегічної групи, реалізація яких вимагає приросту позаоборотних активів (ВА). Інша частина цих джерел засобів $(x_1 - x_2)$ – на приріст оборотних активів (ОА), перш за все запасів і витрат, обумовлених освоєнням виробництва стратегічної групи продукції та виробництвом тактичної групи.

2. Передбачається, що інвестиційний проект обгрунтований можливістю досягнення (за рахунок реалізації напрямів розвитку, що містяться в ньому) достатньої норми прибутку на капітал, що інвестувався, тобто в розмірі, не меншому середньої розрахункової ставки відсотка (СРСП) по позикових засобах. Таким чином, результатом інвестицій має бути отримання нерозподіленого (чистого) прибутку в розмірі, не меншому ax_1 (де a = СРСП).

3. Разом з довгостроковими короткострокові кредити і позики (ККЗ) служать засобами кредиторської заборгованості (КЗ) – у розмірі x_3, які також розподіляються: в обсязі x_4 – на розвиток (приріст ВА); в обсязі $(x_3 - x_4)$ – на поточне виробництво (наповнення і приріст запасів ОА).

4. У свою чергу, знов отриманий прибуток ax_1 може бути розподілен вже по трьом напрямам: у розмірі x_5 – на погашення найбільш термінових зобов'язань по платежах до бюджетів всіх рівнів і позабюджетних фондів, кредиторській заборгованості постачальникам, підрядчикам і персоналу підприємства, сплаті відсотків за користування банківським кредитом; у розмірі x_6 – на цілі розвитку, що вимагають приросту ВА; у розмірі $(ax_1 – x_5 – x_6)$ – на приріст ОА.

5. Передбачається, що результатом використання кредитних засобів в обсязі x_3 має бути отримання нерозподіленого (чистого) прибутку ax_3.

6. Отриманий прибуток ax_3 також підлягає подальшому розподілу за трьома напрямами: в обсязі x_7 – на чергові та своєчасні погашення короткострокової заборгованості; в обсязі $x8$ – на розвиток (приріст ВА); в обсязі $(ax3 - x7 - x8)$ – на поточне виробництва (приріст ОА).

Відповідно до цієї схеми формалізуються обмеження і граничні умови. Вони визначають область таких значень параметрів стратегії розвитку, які будуть допустимими по вимогах забезпечення фінансової стійкості.

Найбільш узагальнюючим функціоналом розвитку є рентабельність активів:

$$RA = \frac{x_1 + a(x_1 + x_3)}{BA + OA + x_1 + a(x_1 + x_3) + x_3 - x_5 - x_7} \quad (1)$$

Коректність запропонованої схеми формування і використання інвестиційних засобів підтверджується дотриманням основної балансової тотожності, а також включенням в цю схему ряду інших балансових співвідношень і пропорцій господарського розвитку модельованого виробничого об'єкта:

– зменшення (продаж) оборотних активів в процесі стратегічного розвитку не передбачається:

$$x1 – x2 = 0 \quad (2)$$

– розмір кредиторської заборгованості, що погашається, не повинен перевищувати очікуваного від використання всіх джерел інвестицій нерозподіленого прибутку. Величина погашення короткострокової заборгованості не повинна перевищувати її середнього значення:

$$ax1 + ax3 - (x5 + x7) = 0{,}5(КЗ + x3) \quad (3)$$

– аналогічні решта балансових співвідношень:

$$x3 - x4 = 0$$

$$ax1 - x5 - x6 = 0, \quad (4)$$

$$ax3 - x7 - x8 = 0$$

– неперевищення важкореалізованих необоротних активів над постійними пасивами – капіталом і резервами, що забезпечить дотримання та інших найважливіших балансових пропорцій стійкого безкризового розвитку:

$$КР - ВА + x1 + a(x1 + x3) > КР - ВА + x2 + x4 + x6 + x3 \quad (5)$$

Звідси:

$$x1 - x2 + ax_1 + ax3 - x2 - x4 - x6 - x8 = 0 \quad (6)$$

– поточна платоспроможність в процесі стратегічного розвитку не повинна втрачатися, тобто розриви ліквідності не допускаються, та її рівень не може бути нижче, ніж досягнутий на початок терміну реалізації інвестиційного проекту:

$$\frac{OA + x_1 - x_2 + ax_1 + x_3 + ax_3 - x_4 - x_5 - x_6 - x_7 - x_8}{K3 + x_3 - x_5 - x_7} = \frac{OA}{K3} \quad (7)$$

– по рівню забезпеченості власними засобами:

$$\frac{KP + x_1 + a(x_1 + x_3) - (BA + x_2 + x_4 + x_6 + x_8)}{OA + (x_1 - x_2) + a(x_1 + x_3) + x_3 - x_4 - x_5 - x_6 - x_7 - x_8} = \frac{KP - BA}{OA} \quad (8)$$

– оборотність активів не може бути понижена в результаті реалізації стратегії розвитку:

$$\frac{B(OA + x_1 - x_2 + a(x_1 + x_3) - x_5 - x_6 - x_7 - K3)}{(OA - K3)(BA + OA + x_1 + ax_1 + x_3 + ax_3 - x_4)} = \frac{B}{BA + OA} \quad (9)$$

У диференціальних рівняннях отримана модель може бути записана у вигляді системи наступних рівнянь:

$$\begin{cases} A_t = A_0 + \int_0^T R5dt;\ BA_t = BA_0 + \int_0^T R1dt;\ KP_t = KP_0 + \int_0^T R3dt; \\ K3_t = K3_0 + \int_0^T R4dt;\ OA_t = OA_0 + \int_0^T R2dt;\ \Pi\Phi_t = \Pi\Phi_0 + \int_0^T x2_dt; \\ I_t = I_0 + \int_0^T R7dt - \int_0^T Idt;\ F_t = F_0 + \int_0^T Pr\,dt - \int_0^T x1dt;\ L_t = L_0 + \int_0^T R6dt \end{cases} \quad (10)$$

Проміжні змінні пропонованої моделі представлені наступними залежностями:

$Y_t = f(K_t, L_t)$, $R1 = f^1(x2, x2_, x4, x6, x8)$, $R2 = f^2(x1, x2, x2_, x3, x4, x5, x6, x7, x8)$,

$R3 = f^3(x1, x3)$, $R4 = f^4(x3, x5, x7)$, $R5 = f^5(x1, x3, x5, x7)$, $R6 = f^6(R1, R2, K, L)$,

$R7 = f^7(D_t, S_t)$, $Б1 = f^8(x3, x4)$, $Б2 = f^9(x1, x6)$, $Б3 = f^{10}(x3, x8)$, $E_t = f^{11}(Y_t, \Pi\Phi_t)$,

$Y^r{}_t = f^{12}(D_t, S_t)$, $C_t = f^{13}(z, L_t, E_t)$, $K_t = f^{14}(BA_t, OA_t)$,

$HBB = f^{15}(x1, x2, x2_, x3, x4, x6, x8)$,

$OCC_t = f^{16}(KP_t, BA_t, OA_t, x1, x2, x2_, x3, x4, x5, x6, x7, x8)$,

$ОбА_t = f^{17}(Y^r{}_t,\ OA_t, K3_t, BA_t, x1, x2, x2_, x3, x4, x5, x6, x7)$,

$S_t = f^{18}(Y_t, I_t)$, $D = f^{19}(t)$, $\Pr_t = f^{20}(Y^r{}_t, C_t, tax)$, $\mathrm{Re} = f^{21}(x1, x3, x5, x7)$,

$$SalOA = f^{22}(x1, x2, x2_),\ ПКЗ_t = f^{23}(КЗ_t, x1, x3, x5, x7),$$

$$ТП_t = f^{24}(ОА_t, КЗ_t, x1, x2, x2_, x3, x4, x5, x6, x7, x8),$$

$$UOI_t = f^{25}(ОА_t, ВА_t, x1, x3, x5, x7),\ U\,\mathrm{Re} = f^{26}(x1, x3, x5, x5, x7)$$

де *E* – сума екологічно шкідливих викидів; Y^r – виручка від реалізації; *ОСС* – забезпеченість власними засобами; *ОбА* – оборотність активів; *S* – об'єм пропозиції; *D* – обсяг попиту; *Pr* – операційний прибуток; *НВВ* – неперевищення внеоборотних активів; *ПФ* – природоохоронні фонди; *Re* – приріст рентабельності; *SalOA* – продаж оборотних коштів; *I* – продукція на складі; *z* – середня заробітна плата; *tax* – ставка податку на прибуток; *ТП* – поточна платоспроможність; *UOI* – умова освоєння інвестицій; *URe* – умова рентабельності.

Оптимізацію запропонованої моделі рекомендується проводити з використанням генетичних алгоритмів. Цей метод на відміну від класичних методів оптимізації нелінійних функцій не пов'язаний з проблемами локального екстремуму і «прокляття розмірності».

Генетичний алгоритм можна розглядати як один з різновидів випадкового пошуку, який заснований на механізмах, що нагадують природний відбір і розмноження.

На відміну від існуючих методик, генетичний алгоритм починає роботу з деякого випадкового набору початкових рішень, який називається популяцією. Кожен елемент з популяції називається хромосомою і є вирішенням проблеми в першому наближенні. Хромосома є рядком символів деякої природи, не обов'язково бінарних. Хромосоми еволюціонують впродовж безлічі ітерацій (генерацій). В ході кожної ітерації хромосома оцінюється з використанням міри відповідності (англ. fitness function) або функції відповідності. Для створення наступного покоління нові хромосоми (нащадки), формуються або шляхом схрещування (англ. crossover) двох хромосом - батьків з поточної популяції, або шляхом випадкової зміни (мутації) однієї хромосоми. Нова популяція формується шляхом:

(а) вибору згідно функції відповідності «батьків» і «нащадків»;

(б) видалення тих, що залишилися для того, щоб зберігати постійним розмір популяції.

Хромосоми з більшою функцією відповідності мають більше шансів бути вибраними (вижити). Після певної кількості ітерацій алгоритм сходиться до кращої хромосоми, яка є або оптимальним, або близьким до оптимального рішенням.

Більшість класичних методів оптимізації генерують детерміновану послідовність обчислень, засновану на градієнті або похідній цільовій функції вищого порядку. Ці методи застосовуються до однієї початкової точки пошукового простору. Потім рішення поступово поліпшується у напрямі найскорішого зростання або убування цільової функції. При такому поточковому підході існує небезпека потрапити в локальний оптимум.

Генетичний алгоритм здійснює одночасний пошук по багатьом напрямам шляхом використання популяції можливих рішень. Перехід від однієї популяції до іншої дозволяє уникнути попадання в локальний оптимум. Популяція зазнає еволюції: у кожному поколінні відносно «хороші» рішення репродукуються, тоді як відносно «погані» відмирають. Генетичні алгоритми використовують імовірнісні правила для визначення хромосоми, що репродукується, або знищуваної, щоб направити пошук до областей вірогідного поліпшення цільової функції.

Існують дві головні переваги генетичних алгоритмів перед класичними оптимізаційними методиками:

1. Генетичний алгоритм не має значних математичних вимог до видів цільових функцій і обмежень. Дослідник не повинен спрощувати модель об'єкта, втрачаючи її адекватність, і штучно добиваючись можливості застосування доступних математичних методів. При цьому можуть використовуватися найрізноманітніші цільові функції і види обмежень (лінійні і нелінійні), визначені на дискретних, безперервних і змішаних універсальних множинах.

2. При використанні класичних покрокових методик глобальний оптимум може бути знайдено тільки у тому випадку, коли цільова функція є опуклою. Еволюційні операції генетичних алгоритмів дозволяють ефективно відшукувати глобальний оптимум.

Таким чином, запропонована модель дозволяє врахувати не тільки економічну складову при ухваленні економіко-екологічних рішень, але і фінансову. Знаходження екстремальних точок дозволяє отримати оптимальну структуру балансу підприємства. При цьому рішення ухвалюються з урахуванням довгострокової стратегії розвитку, а не поточної ефективності підприємства. Використання даної моделі дозволяє врахувати вплив рішень, що приймаються в рамках системи екологічного менеджменту і екологічної політики господарюючого суб'єкта, на фінансовий і економічний стан цього суб'єкта. Крім того, модель надає можливість оцінити довгострокові наслідки економіко-екологічних рішень, що дозволяє виробити не тільки оперативну, але стратегічну політику. Результати запропонованої моделі використовуються в системі збалансованих показників діяльності підприємства як основні цільові орієнтири для ефективної реалізації обраної стратегії розвитку.

Література:

1. Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С., Коваль Я.В., Новоторов О.С., Паламарчук М.М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України. – Київ, РВПС України. 1999. – 716 с.
2. Долішній М.І., Кравців В.С. Економічний розвиток і екологічна безпека: шлях України/Проблеми сталого розвитку України. – Київ: „БМТ”, 1998. – С.69-80.
3. Чумаченко М.Г. Екологія і економіка в Україні/Проблеми сталого розвитку України. – Київ: БМТ, 1998. – С.334-343.

4. Шевчук В. Про концепцію переходу України до сталого розвитку/ Проблеми сталого розвитку України. – Київ: БМТ, 1998. – С.23-27.
5. Александров И.А. Экономический рост и окружающая среда (введение в методологию измерения и анализа). – Донецк: ИЭП НАН Украины, 1996. – 158 с.
6. Гофман К.Г. Экономический механизм природопользования в условиях перехода к рыночной экономике//Экономика и математические методы. – 1991. – Т.27.- Вып.2. – С.315-321.
7. Леонтьев В., Форд Д. Межотраслевой анализ воздействия структуры экономики на окружающую среду//Экономика и математический методы. – Т.VIII. – 1972. – Вып.3. – С.370-400.
8. Моткин Г.А. Основы экологического страхования. – М.: Наука, 1996. – 192 с.
9. Рюмина Е.В. Экологический фактор в экономико-математических моделях. – М.: Наука, 1980. – 166 с.
10. Амоша О.І. Проблеми реструктуризації промисловості в контексті сталого розвитку/ Проблеми сталого розвитку України. – Київ: БМТ, 1998. – С.344-353.
11. Андреева Н.Н. Экономико-экологические аспекты обеспечения национальной безопасности//Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія: економічна. Випуск 47. – Донецьк, ДонНТУ, 2002. – С.42-47.
12. Буркинський Б.В., Степанов В.М., Харічков С.К. Еколого-економічні орієнтири стратегії сталого розвитку України/Проблеми сталого розвитку України. – Київ: БМТ, 1998. – С.81-92.
13. Веклич О. Совершенствование экономических инструментов экологического управления в Украине//Экономика Украины. – 1998. - №9. - С. 65-74.
14. Садеков А.А. Механизмы эколого-экономического управления предприятием. – Донецк: ДонГУЭТ им. М. Туган-Барановского, 2002. – 311с.
15. Синякевич І. Концепція щодо формування системи інструментів національної екологічної політики//Економіка України, 2002. - №7. – С.70-77.