О.А. СИЗОНЕНКО,
Макіївський економіко-гуманітарний інститут

МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ПРИРОДООХОРОННИХ ПРОЕКТІВ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Система природоохоронної діяльності підприємства містить у собі сукупність законодавчих, технічних, медичних і біологічних заходів, спрямованих на підтримку рівноваги між біосферою й антропогенними, а також природними зовнішніми навантаженнями.

В Україні немає єдиного підходу до управління природоохоронними заходами на мікрорівні, в зв'язку з чим можна спостерігати відмінні типи екологічної поведінки промислових підприємств. Інтегрування природоохоронних проектів у діяльність підприємства може реалізовуватися по двох основних напрямках [1, с. 35]:

1) упровадження власне екологічних заходів (наприклад, спрямованих на утилізацію відходів і т.п);

2) упровадження «звичайних» інвестиційних проектів зі значимими екологічними наслідками.

При цьому, кожен ресурс (фактор виробництва) у рамках проекту повинен забезпечувати одержання результату, не гіршого в порівнянні з кожною з можливих альтернатив застосування цього ресурсу. Тому перед підприємством стоїть задача в доборі найбільш ефективних управлінських рішень в умовах обмеженості інвестування.

Виділену задачу можливо вирішити застосовуючи моделі планування природоохоронних заходів. Можливість зміни критеріїв еколого-економічної системи підприємства за допомогою моделювання, виходячи з обсягу виділених інвестицій, і визначає актуальність даної статті.

Тому метою статті є допомога підприємствам в доборі найбільш ефективних управлінських рішень в умовах обмеженості інвестування, щодо застосування моделі планування природоохоронних заходів.

Значний внесок у теоретико-прикладний апарат по моделюванню як економічних, так безпосередньо екологічних процесів, здійснили українські вчені: Вітлинський В.В.,[5] Ковальчук П.І., [2] Лисенко Ю.Г., Садеков А.А. [1]. Але в цілому проблеми моделювання вибору найбільш ефективного екологічного проекту при обмеженості фінансових ресурсів залишаються недостатньо вивченими.

Наочно проблему доцільно розглянути на прикладі великого металургійного підприємства ВАТ «МК «Азовсталь».

ВАТ «МК «Азовсталь» - підприємство з повним металургійним циклом. Комбінат постачає товарний чавун, сталь різних марок у злитках і слябах, залізничні рейки, рейкові накладки, сталеві балки, швелера, прокат складних профілів, багаторозмірній сталевий лист, помольні кулі, будівельні матеріали з перероблених шлаків. Сировиною для виробництва служать залізна руда, агломерат, окатиші, кокс, вапняки й ін.

Споживане паливо - металургійний кокс, мазут, доменний, коксовий і природний гази.

Підприємство має 290 стаціонарних джерел виділення забруднюючих речовин, у тому числі 55 неорганізованих й 235 організованих, з них 118 оснащені газоочисним устаткуванням. Динаміку зміни обсягів викидів (якісний склад) в атмосферу за 1999-2004 р. наведено в табл. 1. та проілюстровано рис. 1, 2.

Абсолютні обсяги викидів в атмосферу з 1999 року постійно підвищуються на тлі зростання виробництва.

Основними джерелами забруднення є доменні, мартенівський, конвертерні, агломераційний цехи.

Необхідно відзначити, що за останні 5 років утворення забруднюючих речовин від агломераційного виробництва зменшилося на 30%, а викид в атмосферу зріс на ті ж 30%. Така ж картина спостерігається й у доменному виробництві: утворення змен-

© О.А. Сизоненко, 2005

шилося на 10%, викид же зріс на 80%. По конвертерному виробництву спостерігається картина зменшення утворення й викиду забруднюючих речовин в атмосферу

Таблиця 1

Викиди речовин, що забруднюють атмосферу за 1999-2004 рр.

Речовина	Викиди, скидання, т				
	2000	2001	2002	2003	2004
Пил	9055	12134	11252	11950	12167
NO2	6001	9181	8442	8044	7687
SO2	3071	3732	2462	3615	5484
CO	82303	84877	82880	100980	114841
Разом	100429	109923	105035	124841	140434
Пит. викид	0,026817	0,02563	0,024937	0,026106	0,027142

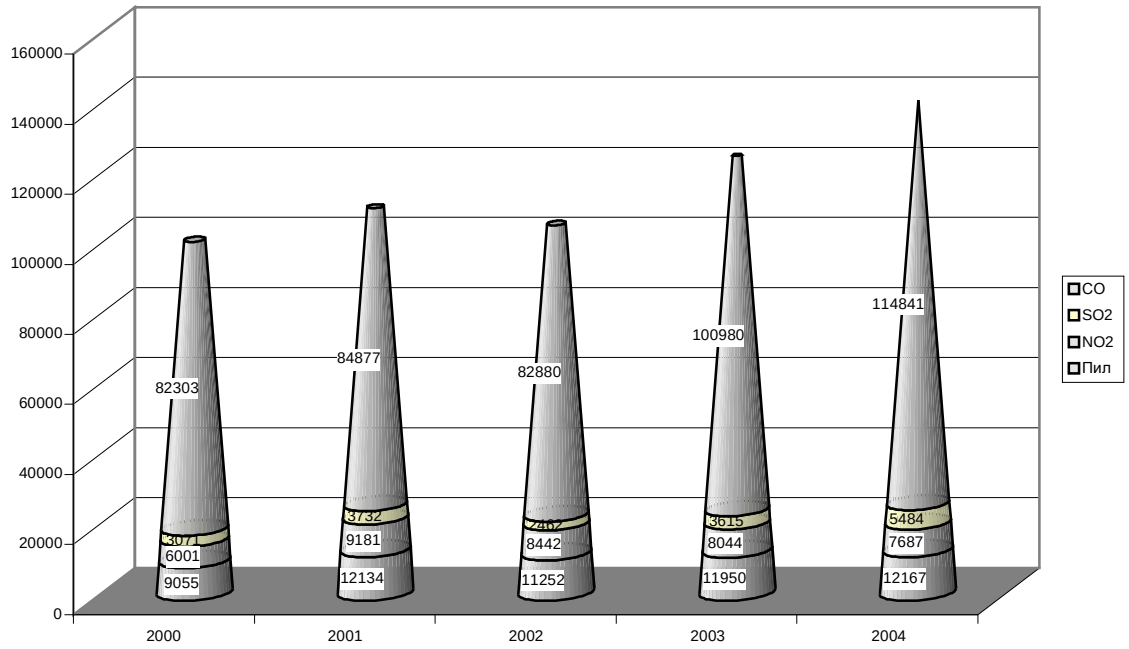

Рисунок 1. Викиди речовин, що забруднюють атмосферу за 1999-2004 рр.

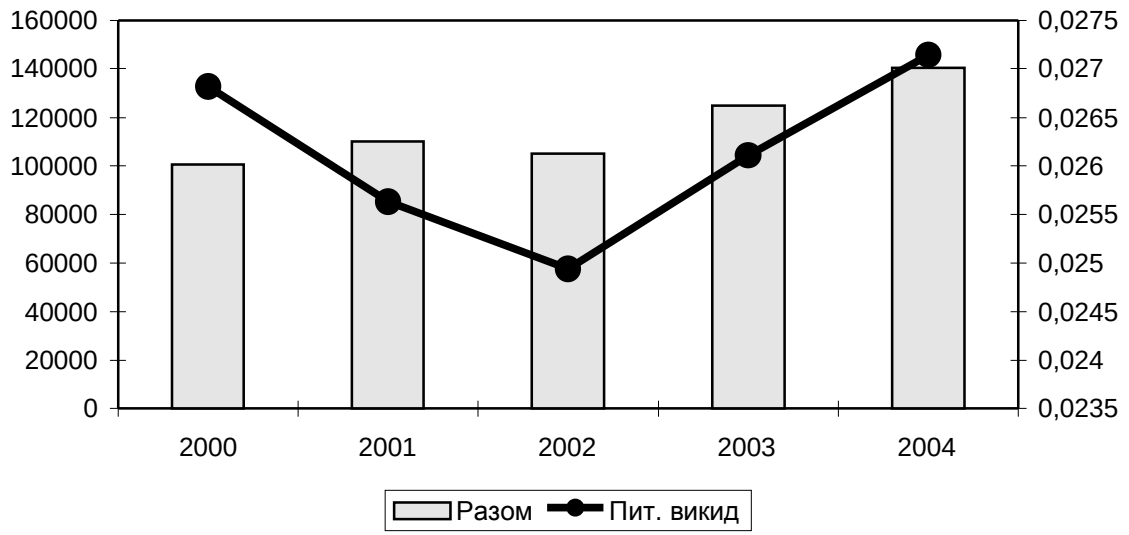

Рисунок 2. Динаміка викидів речовин, що забруднюють атмосферу, ВАТ «МК «Азовсталь» за 1999-2004 рр.

Дані свідчать про те, що поточні витрати (рис. 3, 4) незначно впливають на зменшення утворення відходів (викиди, скидання, виробничі відходи). Так майже дворазове збільшення суми поточних витрат у порівнянні з 1999 р. на охорону водних об'єктів призвело тільки до 30% зниження вод, що скидають, у водні об'єкти. При збільшенні поточних витрат на охорону атмосфери на 80% питоме утворення забруднюючих речовин збільшилося на 10%.

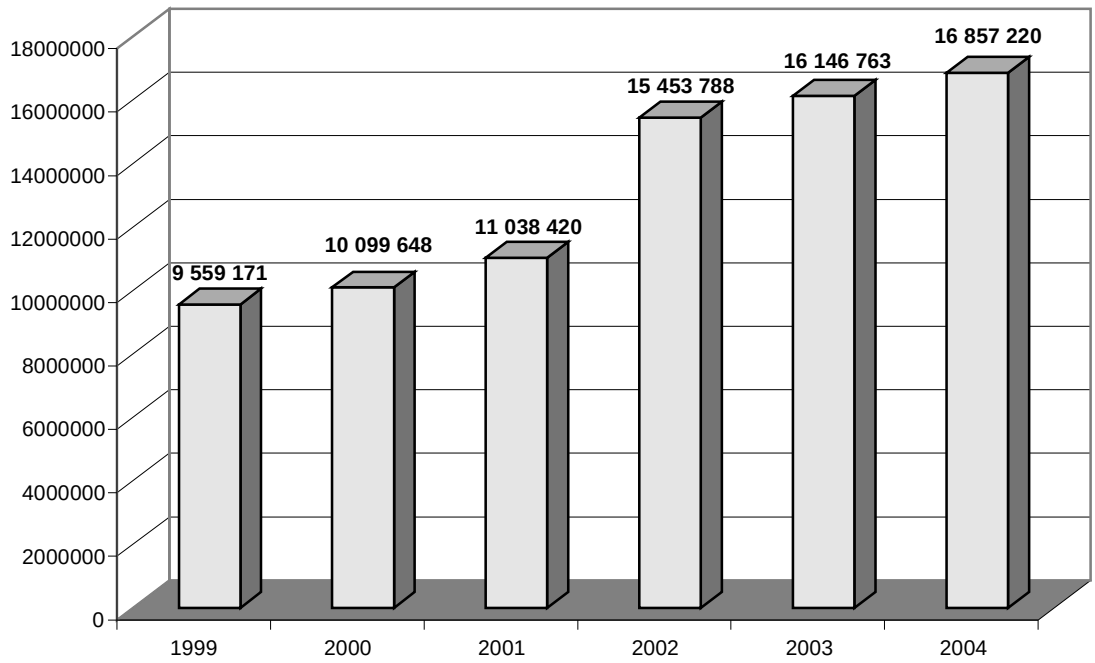

Рисунок 3 Динаміка витрат на охорону атмосфери «МК «Азовсталь» у 1999-2004 рр.

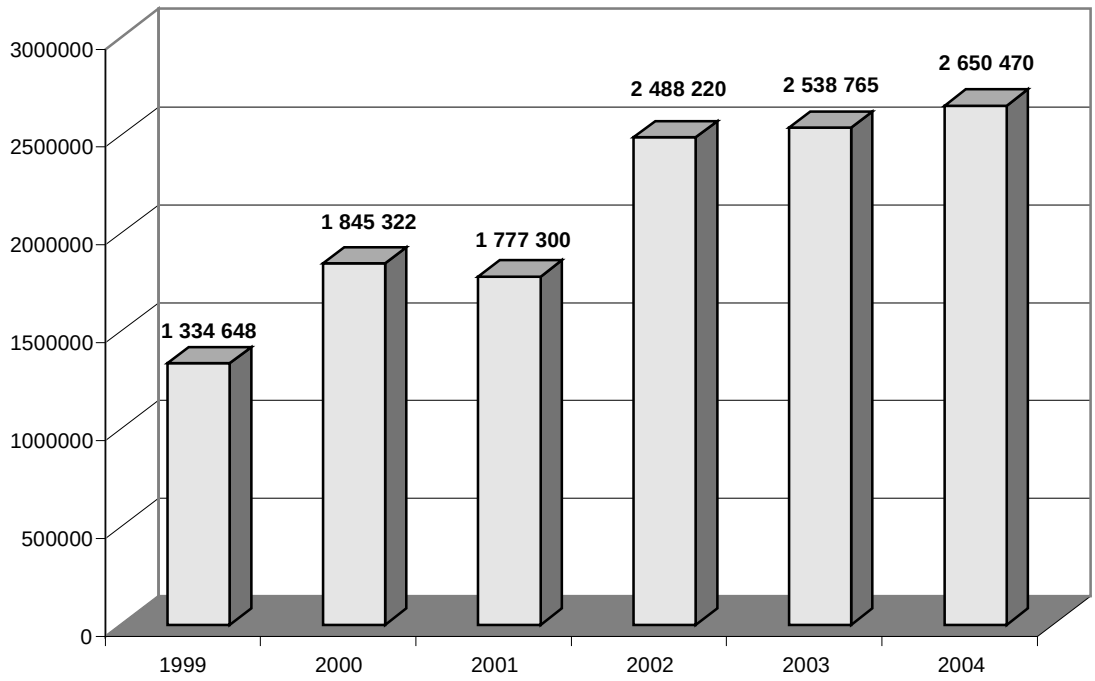

Рисунок 4. Динаміка витрат на охорону водних об'єктів «МК «Азовсталь» у 1999-2004 рр.

Зниження впливу на навколишнє природне середовище пов'язане з використанням технологій, що зменшують обсяг неорганізованих викидів забруднюючих речовин. Вибір більше активної екологічної стратегії пов'язаний з необхідністю формування системи екологічного менеджменту. Отже ефективне управлінське рішення в умовах обмеженості інвестування може бути для підприємства радикальним виходом з проблеми планування природоохоронних заходів, щодо забруднення навколишнього середовища.

Проаналізуємо моделі планування природоохоронних заходів підприємства в процесі безаварійної роботи, а також у випадку відбудовних робіт у результаті надзвичайних подій.

Розглянемо випадок, коли є декілька підрядників для виконання заходів, вибираючи потенційних виконавців, визначаючи для кожного виконавця вихідну (базову) вартість робіт.

Замовлення виконання робіт формуються на основі договорів, причому

$$D = \sum_j D_j \to \max \quad , \qquad (1)$$

де D_j вартість впровадження природоохоронного заходу.

Позначимо P_{ij} - ціну j-го заходу i-м підрядником:

$$P_{ij} - C_{ij} = D_{ij} \text{ - } \qquad (2)$$

Помітимо, що доход підприємства від виконання заходу виконавцем. Для подальшого розгляду залишаються такі замовлення, для яких $\max_j D_{ij} \ge d$ і таких виконавців, для яких $\max_i D_{ij} \ge d$, де d - мінімальний рівень доходу. Доцільно встановити кілька рівнів $d_1 > d_2 > ... > d_n$, що характеризують ступінь вигідності замовлення для підприємства.

Тоді спочатку відбираються множина замовлень і множина виконавців при рівні $d > d_1$, $d > d_2$ й т.д.

Після попереднього відбору замовлень і потенційних виконавців необхідне узгодження з виконавцями оплати робіт і висновок господарського договору. Процедура визначення вартості робіт підрядника носить ітеративний характер [1].

Розглянемо ситуацію, коли є m природоохоронних заходів, що підлягають реалізації, і $n > m$ виконавців. Позначимо c_{ij} й мінімальну вартість, по якій i-й виконавець ще береться за виконання j-ої роботи, p_{ij} - ціну, що пропонує i-й виконавець за виконання j-го заходу. Обмеження: один виконавець береться виконати тільки один захід. Для формалізації завдання прийняття рішень позначимо $x_{ij} = 1$, якщо j-й проект буде виконувати i-й виконавець й $x_{ij} = 0$ у противному випадку. Тоді завдання розподілу проектів по виконавцях можна представити у вигляді наступної математичної задачі:

$$\sum_{i,j} x_{ij} p_{ij} \to \min,$$
$$\sum_i x_{ij} = 1, j = \overline{1,m},$$
$$\sum_j x_{ij} \le 1, i = \overline{1,n}. \qquad (3)$$

При цьому вартість реалізації j-го проекту:

$$y_j = \sum_{i=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \quad . \qquad (4)$$

Обмежимо ціну кожного проекту деякою величиною P_j, (лімітна ціна проекту - ціна, що може заплатити замовник).

Вибір заходів у програму з більше широкого складу, з урахуванням мінімізації витрат описується наступною економіко-математичною моделлю:

$$\sum_{i=1}^{m} e_{ij} u_i \to \max,$$

$$\sum_{i=1}^{m} c_j u_i \le \Phi,$$

$$x_i = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}, i = \overline{1,m}, \qquad (5)$$

де i - номер альтернативного заходу ($i = \overline{1,m}$);

c_j - величина витрат на реалізацію i-го заходу;

u_i - шукана булева змінна, що має наступний зміст: $u_i = 1$ - i-е захід включається в програму, $u_i = 0$ - i-е захід відхиляється;

e_{ij} - поліпшення j-го показника за рахунок реалізації i-го заходу;

Φ - обсяг інвестицій, виділених для реалізації природоохоронної програми.

Для найкращого в деякому змісті варіанта зміни критеріїв еколого-економічної системи, виходячи з виділених інвестицій існує широкий діапазон варіантів поліпшення критеріїв x_1 й x_2 [2]:

$$\min_{i \in J^{k^*}} \left\{ \frac{l_j \left(x_j - x_j^0 \right)}{x_j^0} \right\} \to \max$$

$$x_j = \sum_{j \in J^{k+1}} a_{ij} x_j, i \in J^k, k = k^*, k-1$$

$$\sum_{i=1}^{m} c_i u_i \le \Phi, \qquad (6)$$

де l_j - важливість (пріоритетність) j-го критерію, $\sum_{i \in J^{k^*}} l_j = 1$;

x_j^0 - базове значення показника j;

J^k - множина показників (висячих вершин дерева) на кінцевому рівні k.

У даній моделі максимізується величина відносного поліпшення критеріїв:

$$\frac{x_j - x_j^0}{x_j^0}. \qquad (7)$$

Оскільки в загальному випадку число поліпшених критеріїв більше одиниці, то необхідно вирішувати багатокритеріальну задачу одночасного поліпшення всіх $i \in J^{k^*}$ критеріїв. Для цього доцільно скористатися максимінним критерієм [3]:

$$z_i = \min_{i \in J^{k^*}} \left\{ \frac{l_j \left(x_j - x_j^0 \right)}{x_j^0} \right\} \to \max \qquad (8)$$

Оскільки критерії $i \in J^{k^*}$ можуть мати різну значущість, необхідно враховувати пріоритет критеріїв за допомогою коефіцієнта l_j. Важливість критеріїв установлюється експертним шляхом. При встановленні важливості критеріїв необхідно враховувати внесок кожного із критеріїв у загальний критерій.

Цю задачу можна також розв'язати методом адитивної оптимізації. При цьому вагові коефіцієнти l_j будуть експертним шляхом визначатися як важливість або пріоритетність критеріїв природоохоронної діяльності.

Оскільки ці критерії зазвичай є непорівнянними, проведемо нормалізацію критеріїв. Для цього скористаємося формулами:

$$z_i = 1 - \frac{z_i(x)}{z_i^+} \qquad (9)$$

та

$$z_i = \frac{z_i(x)}{z_i^+}, \qquad (10)$$

де z_j^+ - рішення відповідної часткової задачі на *max*, або

$$z_i = \frac{z_i(x) - z_i^-}{z_i^+ - z_i^-}, \qquad (11)$$

де z_i^- - рішення відповідного часткової задачі на *min*[4].

Отже проведення процедури нормалізації критеріїв є обов'язковим по двох причинах. По-перше, критерії, як правило, якісно непорівнянні, що робить практично неможливим їхнє приведення до єдиного критерію в адитивної функції. По-друге, критерії можуть бути непорівнянні кількісно. У більшості випадків, оптимальні значення критеріїв відрізняються порядком цифр, що призводить до фактичного зниження значущості критеріїв, для яких отримано малі значення. Застосування нормалізації вирішує обидва ці завдання, приводячи критерії до нормованого безрозмірного виду. Ця задача відноситься до класу задач дискретного математичного програмування з булевими змінними. Для розв'язання такого роду задач можна скористатися методом випадкового керованого пошуку [5].

Отже розроблена модель дозволяє визначити напрямки найбільш ефективного використання грошових коштів на удосконалення еколого-економічного стану промислового підприємства з метою мінімізації витрат, екологічних платежів та штрафних санкцій, що сплачує підприємство. Тобто допомагає підприємствам в доборі найбільш ефективних управлінських рішень в умовах обмеженості інвестування, що дає їм можливість зміни критеріїв еколого-економічної системи підприємства.

Література.

1. Лысенко Ю.Г., Садеков А.А. Экологический подход к управлению предприятием: проблемы и перспективы // Экономика Украины. - 2003. -№5. - С. 33-40.

2. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища. - К.: Вид-во Либідь, 2003. - 208с.

3. Экология и экономика природопользования / под ред. проф. Э.В. Гирусова. - М.: Закон и право, ЮНИТИ, 1998.- 455 с.

4. Экономико-математические методы и модели в управлении морским транспортом. – М.: Транспорт, 1988. – 384 с

5. Вітлинський В.В. Моделювання економіки. - К.:КНЕУ, 2003. - 408 с.

6. Кащенко О.Л. Фінанси природокористування. - Суми: Університетська книга, 1999.-421 с.

Статья поступила в редакцию 08.09.2005

М.А. СОЛДАТОВ, *к.ф.-м.н., доцент*
Таврический Национальный Университет им. В.И. Вернадского

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХПОЗИЦИОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОМЫСЛА РЫБНЫХ РЕСУРСОВ

Эффективное использование природных ресурсов является одним из основных факторов экономии капитала. Запасы природных ресурсов должны рассматриваться как особые капитальные блага с набором специфических свойств. Рациональное использование природных ресурсов требует всестороннего учета того бесспорного факта, что охрана природы предопределяет рациональное использование ее производственных возможностей, в то же время хозяйственное использование природных ресурсов без охраны природы на-

© М.А. Солдатов, 2005