

**В. К. Галіцин**, д-р екон. наук,  
**О. П. Суслів**, д-р екон. наук,  
**О. В. Галіцина**, канд. екон. наук,  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет  
імені Вадима Гетьмана»

## **СИНХРОННЕ ПЛАНУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА**

*АНОТАЦІЯ. Розроблено багатоступеневу економіко-математичну модель оптимізації плану інноваційного розвитку підприємства з урахуванням його виробничої, фінансової та інвестиційної діяльності. Сформульовано передумови та викладено особливості моделі.*

*КЛЮЧОВІ СЛОВА: модель, продукція, фінанси, інвестиції, дезінвестиції, устаткування, потужність, ліквідність, збут.*

В останні роки на більшості підприємств різних видів економічної діяльності спостерігається низький рівень ефективності відтворювальних процесів. Коефіцієнт оновлення активної частини основних засобів (устаткування) на промислових підприємствах коливається в межах 5—6 відсотків їх загального обсягу, а вибуття — 2—3 відсотка. Ступінь зносу основних засобів в Україні в цілому по економіці становить більше 50 %, зокрема по промисловості — більше 60 % [1]. Разом з тим, частка промислових підприємств, що впроваджували інновації, становила лише 10 відсотків [2]. Парк діючого виробничого устаткування містить майже третину спрацьованих і зостарілих його одиниць. Саме цим пояснюється необхідність упровадження інноваційних технологій та нового устаткування, що відповідають досягненням науково-технічного прогресу.

Якщо проблемам відтворення основних засобів та їх ефективного використання на макроекономічному рівні та на рівні галузі присвячені дослідження багатьох вітчизняних та зарубіжних учених (Алимова О.М., Анчишкіна О.І., Буніча П.Г., Герасимчука М.С., Кваши А.Б., Красовського В.П., Олександрової В.П., Пашути М.Т., Хачатурова Т.С. та ін.), то питання ефективного планування впровадження нового устаткування на підприємствах, які тісно пов'язані з проблемою оптимального планування інноваційного розвитку виробництва, залишаються мало вивченими. Особливо це стосується задач синхронного планування інноваційного розвитку виробництва.

Метою роботи є вдосконалення процесу планування ефективного використання інвестицій для придбання нового устаткування

ня при одночасному забезпеченні синхронності виробничої та фінансової діяльності підприємства на основі побудованої економіко-математичної моделі оптимізації цього процесу. Для скорочення будемо називати розроблену модель моделлю синхронного інвестиційного планування. Вона, будучи доповненням до системи моделей оцінки інвестиційних проектів [3], являє собою багатоперіодну модель, у якій передбачаються гарантовані очікування [4]. Як і в розширеній моделі Ферстнера-Хенна [5], в ній передбачається існування багатоступеневого виробництва продукції. Але в протилежність моделі Ферстнера-Хенна в розробленій моделі існує можливість вибору між різними установками на кожному ступені виробництва продукції. Крім того, введені змінні дезінвестицій, що дозволяють синхронно визначити оптимальний термін експлуатації устаткування.

При розробці економіко-математичної моделі синхронного інвестиційного планування використовується ряд передумов. Зокрема, в ній, на відміну від моделі Якоба [4], відсутня розрахункова відсоткова ставка на момент придбання устаткування. Це дає можливість використовувати надлишок фінансових засобів одного періоду у вигляді короткотермінових фінансових інвестицій до наступного періоду. Передбачаються заданими кінцеві множини інвестиційних та виробничих альтернатив, що виключають одна одну та є незалежними. Вважається, що суттєвими є лише монетарні впливи цих альтернатив. При цьому для суттєвих впливів існують виключно лінійні залежності. Постулюється, що всі суттєві дії відносно інвестиційних і виробничих об'єктів можна віднести до певних моментів часу планового періоду і спрогнозувати у формі надходжень виплат певної величини. Припускається, що послідовність обробки продукції на різних видах устаткування не впливає на розмір виплат і завантаження потужностей. Безперечними вимогами до побудови моделі є виконання умови ліквідності, а також відповідність обсягів виробництва всіх видів продукції обсягам її збуту. Фінансова програма підприємства вважається заданою, тобто відомі фінансові ресурси для будь-якого моменту часу планового періоду, а надходження та виплати здійснюються на початку періоду або у розмірному потоці впродовж періоду. Модель побудована за припущення щодо незмінності попередньо встановленої ціни продаж і фіксованих меж збуту продукції підприємства.

При побудові моделі враховані дві умови Блома-Людера [6], які дещо спрощують, але підвищують можливість її практичної реалізації.

Згідно з першою умовою в моделі в якості змінної величини розглядається обсяг виробленої продукції замість часу її виробництва, що сприяє зменшенню загальної кількості змінних величин моделі, оскільки обсяг виробленої за одиницю часу продукції є постійною величиною. Крім того, парк устаткування визначається за його початковим станом з включенням інвестицій і виключенням дезінвестицій, що дозволяє не вводити в модель окрему змінну величину.

Друга умова полягає в тому, що надходження від реалізації продукції здійснюються в кінці періоду, а інші платежі — на його початку, в зв'язку з чим можна не приймати до уваги сплату відсотків упродовж кожного з періодів. При цьому ресурси дезінвестування надходять у той же самий момент часу, а виручка від продажу устаткування, що ще залишається на підприємстві, надходить у кінці планового періоду.

Для можливості подання моделі синхронного інвестиційного планування скористаємося наступними позначеннями:

$\chi_{jt}$  — кількість одиниць устаткування  $j$ -го типу, що необхідно придбати в момент часу  $t$  ( $j = 1, 2, \dots, J - 1$ ;  $t = 0, 1, 2, \dots, T - 1$ );

$\chi_{jt}$  — кількість одиниць устаткування  $j$ -го типу, придбаних у момент часу  $t$ ;

$\chi_t$  — обсяг короткотермінових фінансових інвестицій у момент часу  $t$ ;

$\chi_{jt\tau}$  — кількість одиниць устаткування  $j$ -го типу, придбаних у момент часу  $\tau$ , що необхідно продати в момент часу  $t$ ;

$\chi_{jt\tau}$  — кількість одиниць устаткування  $j$ -го типу, придбаних в момент часу  $\tau$  і знятих з виробничого процесу з моменту часу  $t$ ;

$z_{jkl}$  — обсяг продукції  $k$ -го виду, виробленої на момент часу  $t$  на устаткуванні  $j$ -го типу на  $l$ -му виробничому ступені ( $k = 1, 2 \dots K$ ;  $l = 1, 2 \dots L_k$ );

$v_{jkt}$  — змінні виплати на одиницю продукції  $k$ -го виду, виробництво якої припадає на момент часу  $t$  на устаткуванні  $j$ -го типу на  $l$ -му виробничому ступені;

$\alpha_{jt\tau}$  — постійні виплати в момент часу  $t$  для устаткування  $j$ -го типу, придбаного в момент часу  $\tau$  ( $\tau = -T^*, -T^* + 1, \dots, 0, 1, 2, \dots, T - 1$ );

$\Pi_{kt}$  — ціна одиниці продукції  $k$ -го виду, виробленої на момент часу  $t$ ;

$b_{jt}$  — виплати на придбання одиниці устаткування  $j$ -го типу в момент часу  $t$ ;

$b_{jt}^*$  — виплати на придбання одиниці устаткування  $j$ -го типу в момент часу  $t$  за відрахуванням виручки від ліквідації устаткування, отриманої в кінці планового періоду (часткові виплати);

$P_{j\tau}$  — виручка від ліквідації придбаної в момент часу  $\tau$  і проданої в момент часу  $t$  одиниці устаткування  $j$ -го типу;

$P_{j\tau}^*$  — виручка від ліквідації в момент часу  $t$  придбаної в момент часу  $\tau$  одиниці устаткування  $j$ -го типу за відрахуванням виручки від ліквідації устаткування, отриманої в кінці планового періоду (часткова виручка);

$h$  — процентна ставка для короткотермінових інвестицій;

$m_{jkl}$  — завантаження потужності для виробництва одиниці продукції  $k$ -го виду на устаткуванні  $j$ -го типу на  $l$ -му виробничому ступені в момент часу  $t$ ;

$M_{j\tau}$  — виробнича потужність придбаної в момент часу  $\tau$  одиниці устаткування  $j$ -го типу на момент часу  $t$ ;

$A_{kt}$  — максимальний обсяг збуту продукції  $k$ -го виду на момент  $t$ ;

$\Phi_t$  — наявні фінансові засоби на момент часу  $t$ .

У наведених позначеннях економіко-математична модель синхронного інвестиційного планування має вигляд:

— необхідно максимізувати загальний прибуток виробничого об'єкта за весь плановий період:

$$F = \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{k=1}^K \sum_{t=0}^{T-1} \Pi_{kt} z_{jktL_k} - \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{k=1}^K \sum_{t=0}^{T-1} v_{jkt} z_{jktl} - \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{t=0}^{T-1} \sum_{\tau=-T^*}^t a_{j\tau} \chi_{j\tau} + \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{t=0}^{T-1} \sum_{\tau=-T^*}^{t-1} a_{j\tau} \sum_{t'=\tau+1}^t \chi_{jt'} - \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{t=0}^{T-1} b_{jt} \cdot \chi_{jt} + \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{t=0}^{T-1} \sum_{\tau=-T^*}^t P_{j\tau} \chi_{j\tau} + \sum_{t=0}^{T-1} h \chi_t; \quad (1)$$

— при виконанні умов ліквідності:

$$\sum_{j=1}^{J-1} b_{jt} \chi_{jt} + \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^{L_k} v_{jkt} z_{jktl} + \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{t=-T^*}^t a_{j\tau} \chi_{j\tau} - \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{t=-T^*}^{t-1} a_{j\tau} \sum_{t'=\tau+1}^t \chi_{jt'} - \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^{L_k} U_{k,t-1} z_{jk,t-1,L_k} - \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{t=-T^*}^{t-1} P_{j\tau} \chi_{j\tau} - (1-h) \chi_{t-1} + \chi_t = \Phi_t, \quad (2)$$

$$t = 0, 1, 2, \dots, T-1;$$

— при обмеженості виробничих потужностей:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^{L_k} m_{jkl} z_{jktl} \leq \sum_{\tau=-T^*}^t M_{j\tau} \chi_{j\tau} - \sum_{\tau=-T^*}^{t-1} M_{j\tau} \sum_{t'=\tau+1}^t \chi_{jt'}, \quad (3)$$

$$t = 0, 1, 2, \dots, T-1; \quad j = 1, 2, \dots, J-1;$$

— при виконанні умов неперервності виробництва продукції:

$$\sum_{j=1}^{J-1} z_{jkl} = \sum_{j=1}^{J-1} z_{jkt,l+1}, t = 0, 1, 2, \dots, T-1, \quad (4)$$

$$k = 1, 2, \dots, K, l = 1, 2, \dots, L_k;$$

— при виконанні умов збуту:

$$\sum_{j=1}^{J-1} z_{jkl} \leq A_{kt}, t = 0, 1, 2, \dots, T-1; k = 1, 2, \dots, K; \quad (5)$$

— при виконанні умов кількісного стану устаткування:

$$\sum_{t'=\tau+1}^t \chi_{jt'\tau} - \chi_{j\tau} \leq 0, j = 1, 2, \dots, J-1; \quad (6)$$

$$t = 0, 1, 2, \dots, T-1; \tau = -T^*, 1, 2, \dots, t-1;$$

— при умовах невід'ємності і цілочисельності змінних величин:

$$\chi_{jt}, \chi_{j\tau}, \chi_{jt'\tau} \geq 0, \text{ цілі}; \chi_t, z_{jkl} \geq 0, \quad (7)$$

$j = 1, 2, \dots, J-1; k = 1, 2, \dots, K; t = 0, 1, 2, \dots, T-1; l = 1, 2, \dots, L_k.$

Економічна інтерпретація складових моделі полягає в наступному. Перші дві складові цільової функції  $F$  являють собою залежне від обсягів продукції позитивне сальдо платежів за плановий період, третя і четверта — залежне від кількісного стану устаткування від'ємне сальдо платежів за плановий період, п'ята — залежні від інвестицій сплати за плановий період, шоста — залежні від деінвестування надходження за плановий період і сьома — залежні від інвестицій надходження за плановий період.

Виходячи з того, що функціонал (1) при вкладенні надлишкових коштів на один період відповідає цільовій установці максимізації кінцевої вартості майна, можна сформулювати еквівалентну цільову функцію, яка відноситься на кінець планового періоду, тобто на момент часу  $T$ :

$$\bar{F} = \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{k=1}^K \Pi_{k,T-1} z_{jk,T-1,L_k} + \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{\tau=-T^*}^{T-1} P_{jT\tau} \left( \chi_{j\tau} - \sum_{t'=\tau+1}^{T-1} y_{jt'\tau} \right) + (1+h)\chi_{T-1} \Rightarrow \max,$$

в якій перша складова визначає залежні від обсягів продукції надходження в момент часу  $T$ , друга — виручку від ліквідації наявного устаткування в момент часу  $T$ , третя — залежні від фінансових інвестицій надходження в момент часу  $T$ .

Цільова функція розраховується на кінець останнього періоду. При цьому в якості основних параметрів розглядаються: виручка від продаж виробленої продукції, виручка від реалізації основних засобів, придбаних за рахунок інвестицій різних періодів, а також ресурси від погашення фінансових інвестицій на початок останнього періоду.

В умовах ліквідності (2) перша складова означає залежні від інвестицій виплати, друга — виплати, залежні від обсягів продукції, третя і четверта — виплати, пов'язані із кількісним станом устаткування, п'ята — надходження, що залежать від обсягів продукції, шоста — надходження від деінвестування, сьома — залежні від фінансових інвестицій надходження, восьма — фінансові інвестиції (платіжне сальдо). Всі виплати покриваються за рахунок власних коштів. Умови ліквідності мають бути виконані для всіх моментів часу (етапів планового періоду).

Оскільки ліва частина обмеження (3) визначає завантаження виробничих потужностей, а права — наявну потужність підприємства, це обмеження свідчить про те, що для всіх моментів часу і всіх видів устаткування завантаження виробничих потужностей не може перевищувати наявні потужності.

Ліва частина обмеження (4) виражає обсяг продукції  $k$ -того виду, виробленої в цілому по підприємству на момент часу  $t$  на  $l$ -му виробничому ступені, а права частина його являє собою той же показник, але на ступені  $l + 1$ . Отже, згідно з обмеженням (5) для всіх моментів часу та видів продукції необхідно враховувати заданий максимальний обсяг збуту.

Обмеження (6) є вимогою того, щоб для всього устаткування, для всіх моментів часу  $t$  та моментів придбання устаткування  $\tau$  число проданих до моменту часу  $t$  одиниць устаткування  $j$ -то типу на момент  $\tau$  не було більшим числа закуплених у той же момент часу одиниць устаткування.

Обмеження (7) є обов'язковою умовою цілочисельних оптимізаційних задач.

Оцінюючи реалістичність моделі та можливість її використання для здійснення синхронного планування інноваційного розвитку підприємства, необхідно відмітити, що вона відображує суттєвий взаємозв'язок між інвестиційною і виробничою сферами його діяльності за допомогою змінних видів продукції та інвестицій, а також обмежень по виробничій потужності. Цим також вирішується проблема віднесення платежів на інвестиційні об'єкти. Достойнством моделі є також синхронний розрахунок оптимальної заміни устаткування і виключення із процесу планування розрахункової відсо-

ткової ставки. Слід відмітити, що в моделі розглядаються тільки власні засоби у вигляді короткотермінових фінансових інвестицій. Платежі, що не залежать від продуктів або інвестицій, наприклад, витрати в сфері управління або у формі податків, не розглядаються. Дотримання умов ліквідності необхідне лише на початку та в кінці періодів. Цим забезпечується ефективність фінансового планування, не зважаючи на те, що суттєвий вплив чинять взаємозалежності інвестиційного планування з елементами, які в межах даної моделі не розглядаються.

Можливості моделі розширюються, якщо за допомогою фінансових змінних ввести до розгляду і кредити [3]. Таким чином забезпечується синхронне виробниче, фінансове та інвестиційне планування з метою реалізації інноваційного проекту розвитку підприємства.

Модель допускає деякі спрощення по відношенню до реальності у виробничій сфері. Зокрема, залежні від обсягів випуску продукції виплати і потреба у виробничих потужностях на одиницю продукції розглядаються як постійні величини. Не дивлячись на те, що інвестиційні об'єкти моделі не враховують умов проекту, останні можуть бути включені без особливих труднощів. Крім того, всі важливі впливи виробничих та інвестиційних альтернатив у моделі обмежені плановим часом. Згідно з цим для інвестиційних об'єктів установлюється, що в кінці планового періоду наявний запас ліквідується. Якщо ж певний вид устаткування повинен експлуатуватися поза межами планового періоду, необхідно визначити його залишкову вартість з урахуванням майбутнього застосування об'єкта, а цей показник використовувати замість виручки від ліквідації.

Розглянута модель відносно адекватно відображує взаємозв'язки між плановими сферами (виробничою, фінансовою, інвестиційною), забезпечуючи прийняття науково обґрунтованих рішень щодо інноваційного розвитку виробництва. Практична реалізація моделі дозволяє здійснити синхронне визначення оптимальної політики заміни застарілого устаткування на підприємстві.

### ***Література***

1. Статистичний щорічник України за 2007 рік. — К.: Консультант, 2008. — 571с.
2. Україна у цифрах у 2007 році. — К.: Консультант, 2008. — 258 с.: ил.

3. Галицин В.К. Моделі і методи оцінки інвестиційних проектів/ Галицин В.К., Суслов О.П., Кубрушко Ю.О. — К.: КНЕУ, 2005. — 168 с.: ил.

4. Jacob H. Neuere Entwicklungen der Investitionsgrechnung /Jacob H. // ZfB. — 1964. — N 34. — S. 487—567.

5. Förster K. Dynamische (Produktions-Theorie) und Lineare Programmierung / K. Förster, R. Henn. — Meisenheim, 1957. — 219 s.

6. Blohm H. Schwachstellen im Investitionsbereich des Industriebetriebs und Wege zu ihrer Beseitigung / H. Blohm, K. Lüder. — München, 1991. — 350 s.

УДК 519.83

**В. В. Вітлінський**, д-р екон. наук., проф.,  
ДВНЗ «Київський національний економічний  
університет імені Вадима Гетьмана»

## **УРАХУВАННЯ ОБ'ЄКТИВНО-СУБ'ЄКТИВНОЇ СТРУКТУРИ РИЗИКУ В МОДЕЛЮВАННІ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ**

*АНОТАЦІЯ. У статті розглядаються проблеми пов'язані з оцінюванням та врахуванням ризику в процесі вироблення та обґрунтування управлінських рішень. Наголошується, що кількісна оцінка ступеня ризику є вектором, одна група компонент якого характеризує ризик, породжений структурою невизначеності, друга група — характеризує психологію та суб'єктивне ставлення до ризику осіб, які приймають управлінські рішення. Пропонуються та аналізуються відповідні кількісні показники і параметри ризику та можливість їх урахування в прийнятті управлінських рішень.*

*ANNOTATION: This article handle a problems concerned with estimation and consideration of the risk in a process of creation and arguing management solutions. In the focus is quantitative assessment of the risk. It is a vector which one part of the components defines risk created by the structure of the environmental uncertainty and the other defines manager's psychology and personality attitude to the risk. There are corresponding specification of quantity and parameters of the risk and capability of their implementation in management solutions.*

*КЛЮЧОВІ СЛОВА. Невизначеність, ризик, об'єктивність ризику, суб'єктивність ризику, ціна ризику, альтернативні стратегії, кількісні параметри ступеня ризику.*

Нині моделювання соціально-економічних систем, процесів, явищ вступило в третій етап свого розвитку, «вбудовуючись» у процеси та структури інформатизації суспільства, враховуючи притаманні йому фундаментальні властивості, зокрема, емергент-