

Т. О. Прокопенко, к.т.н., доцент,

В. І. Крезуб, аспірант

victorija.kulich@yandex.ru

Черкаський державний технологічний університет

б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У статті розглядається оцінювання ефективності підприємств хімічної промисловості. Для того щоб оцінити перспективні стратегічні рішення розвитку підприємства хімічної промисловості, необхідно проаналізувати техніко-економічні показники ефективності підприємства та визначити серед них критерії ефективності. Динаміка розвитку ринкової економіки вимагає розробки нових методів комплексного оцінювання ефективності функціонування підприємства хімічної промисловості, де на перший план виходять економічні, ринкові критерії ефективності.

Ключові слова: хімічна промисловість, оцінювання ефективності, економічний ефект, оптимізація, інформаційна технологія.

Вступ. В управлінській діяльності на підприємствах хімічної промисловості в умовах подолання кризових явищ в економіці поряд з прийняттям правильних і точних оперативних рішень важливим є вироблення стратегії майбутнього. Рішення, що приймаються сьогодні, можуть мати вирішальний вплив у перспективі [1]. Тому, для того щоб визначити оптимальне стратегічне рішення розвитку впродовж тривалого періоду часу, необхідно адекватно і точно оцінити ефективність підприємства впродовж поточного періоду.

Аналіз. Питання оцінювання ефективності функціонування підприємств у різних галузях промисловості досліджені в роботах А. П. Ладанюка [2], В. М. Дубового [3], І. В. Гребенника [4]. Економічне оцінювання ефективності підприємства здійснюється на підставі наявної інформації про поточний стан на основі даних виробництва. Для того щоб оцінити перспективні стратегічні рішення розвитку підприємства хімічної промисловості, необхідно проаналізувати техніко-економічні показники ефективності підприємства та визначити узагальнені критерії ефективності.

Метою роботи є побудова математичної моделі функціонування підприємства хімічної промисловості та вибір критерію оцінювання ефективності.

Для оцінювання ефективності функціонування підприємства хімічної промисловості використовується ряд економічних і техніко-

економічних показників. Ці показники дозволяють більш повно і у взаємозв'язку врахувати багато чинників та складових, які впливають на рівень і динаміку ефективності. В загальному вигляді економічну ефективність виробництва можна виразити формулою [5]:

$$E = \frac{R}{Z_i}, \quad (1)$$

де R – економічний ефект (результат), отриманий у процесі виробництва; Z – сукупні витрати в процесі виробництва.

Функціональна залежність між економічною ефективністю, результатами і витратами в процесі виробництва виражається в такий спосіб:

$$F(E) = \frac{\max R}{\min Z_i}. \quad (2)$$

Важливими показниками економічної активності хімічного виробництва є собівартість, прибуток і рентабельність, що виражають величину поточних витрат на виробництво і реалізацію продукції, розмір перевищення виручки від реалізації продукції над витратами на її виробництво і реалізацію, а також відношення прибутку до витрат на виробництво до середньої вартості основних виробничих фондів і нормованих оборотних коштів.

Рівень собівартості продукції впливає на розмір одержуваного прибутку, рентабельність виробництва продукції і рентабельність роботи

підприємства, тому що прибуток у кількісному вираженні являє собою різницю між виручкою від реалізації продукції за оптово-відпускними цінами підприємства і витратами на її виробництво і реалізацію, а рентабельність виробництва продукції і рентабельність роботи підприємства являють собою відношення отриманого прибутку відповідно до витрат на виробництво продукції і до середньої вартості основних виробничих фондів і нормованих оборотних коштів [6]:

$$P_n = \frac{\Pi}{C} * 100 = \frac{B - C}{C} * 100, \quad (3)$$

$$P_o = \frac{\Pi_o}{\Phi_{осн} + H_{о.с}} * 100, \quad (4)$$

де P_n – рентабельність виробництва продукції, %; Π – прибуток, отриманий від реалізації товарної продукції, грн.; C – собівартість виробництва товарної продукції, грн.; B – виручка від реалізації продукції, грн.; P_o – загальна рентабельність роботи підприємства, %; Π_o – балансовий прибуток підприємства, грн.; $\Phi_{осн}$ – середня вартість основних виробничих фондів, грн.; $H_{о.с}$ – середня вартість нормованих оборотних коштів, грн.

У [7, 8] зазначено, що задача управління виробництвом завжди передбачає досягнення найкращого значення (екстремуму) узагальненим показником (критерієм оптимізації), який має техніко-економічний зміст:

$$F(x,y,z)dt \rightarrow \text{extr}. \quad (5)$$

Моделі окремих підсистем записують у вигляді

$$X = f1(x,y,z), \quad (6)$$

$$y = f2(x,u,z). \quad (7)$$

Залежності (5)-(7) доповнюються умовами існування меж допустимих значень змінних типу

$$X_{\min} \leq X \leq X_{\max}. \quad (8)$$

У наведених вище залежностях x – координати стану; y – вихідні змінні; u – управління; z – збурення.

Оцінювання ефективності хімічного виробництва забезпечує вибір та підтримку оптимальних співвідношень між економічними показниками і технологічними параметрами

залежно від ситуації з використанням об'єктивної інформації, що надходить та оброблюється в темпі проходження процесів. Тому серед великої кількості техніко-економічних показників відберемо такі, що дадуть можливість задати критерій ефективності, згідно з яким можна визначити поточну виробничу ситуацію.

Ефективність підприємства хімічної промисловості формується в процесі всієї його виробничо-господарської діяльності [9]. У визначенні ефективності підприємства зацікавлене, передовсім, саме підприємство. Тому необхідно систематично, детально і в динаміці аналізувати ефективність підприємства, оскільки від поліпшення ефективності підприємства залежить його економічна перспектива. З метою об'єктивного оцінювання ефективності підприємства задамо комплекс, тобто систему показників, що детально й усебічно характеризують виробничий стан підприємства.

Традиційно, критерії ефективності підприємства хімічної промисловості ґрунтуються на різниці отриманих результатів і витрат. При цьому одержувані результати і витрати вимірюються в грошових одиницях [10].

При визначенні критеріїв оцінювання ефективності функціонування хімічного підприємства будемо виходити з того, що ефективність будь-якого підприємства може бути охарактеризована критеріями і показниками. Показники кваліфікуються дослідником як елементарні оцінки, що можуть бути виміряні за допомогою будь-яких фізичних приладів або експертних оцінок. Критерії – узагальнені показники, що безпосередньо обчислюються. Таким чином, критерії виражаються через показники. Всі показники оцінювання ефективності підприємства перебувають у взаємозв'язку та взаємозумовленості. Тому оцінити реальну ефективність підприємства можна лише на підставі використання певного комплексу показників з урахуванням впливу різних факторів на відповідні показники.

Будемо вважати, що технологічний комплекс хімічного підприємства складається з N підсистем. Серед вихідних змінних підсистем є такі, що відображають зв'язки підсистем з навколишнім середовищем та не є змінними взаємодії підсистем. У загальному випадку компоненти векторів X , Y , Z , U мають обмеження у вигляді нерівностей типу:

$$X_{\min} \leq X \leq X_{\max},$$

$$X \leq X_{\text{дон}} \quad \text{або}$$

$$X \geq X_{\text{дон}}.$$

Загальний показник функціонування на часовому інтервалі $t_1 \leq t \leq t_2$, коли він має зміст технічної складової прибутку, можна представити у вигляді:

$$I = \int_{t_1}^{t_2} \sum_{i=1}^N \phi_i(y_i(t), x_i(t), u_i(t), z_i(t), t) dt. \quad (9)$$

Для кожної з підсистем критерій ефективності можна представити у вигляді:

$$P = \int_{t_1}^{t_2} (C_y y_i(t) - (C_{\Pi} U_{ii}^{(t)} + C_y Y_{\eta_i}(t))) dt, \quad (10)$$

де $Y_{\eta_i}(t)$ – змінні взаємодії з η -ї підсистеми на i -ту;

C_y, C_{Π} – коефіцієнти вартості, які враховують ціни потоків Y та U .

Таким чином, можна використовувати загальний критерій як адитивну функцію частинних, що дасть можливість повною мірою оцінити ефективність функціонування підприємства хімічної промисловості.

На основі наведених показників оцінювання ефективності окремих підсистем хімічного виробництва і технологічного комплексу в цілому можна сформулювати загальний критерій для прийняття рішень при оперативному управлінні виробництвом з використанням існуючих методів отримання згортки критеріїв.

Прибутковість підприємства вимірюється двома показниками: прибутком і рентабельністю. Прибуток виражає абсолютний ефект з урахування використаних ресурсів. Формулу визначення прибутку хімічного підприємства, враховуючи багатоасортиментність виробництва, від реалізації товарної продукції запишемо в декілька етапів.

$$1. P_1 = c_1 a_1, \quad (11)$$

де P_1 – сумарна виручка підприємства від продажу аміаку, грн.; c_1 – оптова ціна аміаку за 1 т, грн.; a_1 – обсяг кінцевої продукції (аміаку), т;

$$2. P_2 = c_2 a_2, \quad (12)$$

де P_2 – сумарна виручка підприємства від продажу карбаміду, грн.; c_2 – оптова ціна кар-

баміду за 1 т, грн.; a_2 – обсяг кінцевої продукції (карбаміду), т;

$$3. P_3 = c_3 a_3, \quad (13)$$

де P_3 – сумарна виручка підприємства від продажу аміачної селітри, грн.; c_3 – оптова ціна аміачної селітри за 1 т, грн.; a_3 – обсяг кінцевої продукції (аміачної селітри), т.

4. Запишемо вирази для визначення витрат:

$$V1 = S1 \cdot G1, \quad (14)$$

де $S1$ – вартість виготовлення азотної води, грн.; $G1$ – кількість, необхідна для виробництва азотної води, $V1$ – витрати на виробництво аміаку, грн.;

$$V2 = S2 \cdot r2, \quad (15)$$

де $S2$ – вартість витраченої електроенергії за 1 тис. м³, грн.; $r2$ – кількість затраченої електроенергії, тис. м³, $V2$ – витрати за використану електроенергію, грн.;

$$V3 = S3 \cdot r3, \quad (16)$$

де $S3$ – вартість 1 тис. м³ умовного газу, грн.; $r3$ – частка витрат умовного газу до маси перероблених речовин; $V3$ – витрати заводу на придбання газу, грн.;

$$V4 = S4 \cdot r4, \quad (17)$$

де $S4$ – вартість людино-днів, грн.; $r4$ – витрати праці (в людино-днях) на переробку та виготовлення аміаку; $V4$ – витрати заводу на заробітну плату промислово-виробничим працівникам;

$$V5 = S5 \cdot r5, \quad (18)$$

де $S5$ – витрати на транспортування, грн.; $r5$ – кількість поїздок для доставки речовин, разів, $V5$ – сумарні витрати на доставку речовин на завод.

На основі виконаних досліджень побудуємо математичну модель оцінювання ефективності підприємства хімічної промисловості з багатоасортиментним випуском продукції.

Загальний прибуток підприємства хімічної промисловості з багатоасортиментним випуском продукції матиме вигляд:

$$P = \sum_{i=1}^n p_i(c_i), \quad (19)$$

де $p_i(c_i)$ – прибуток від реалізації i -го виду продукції, c_i – оптова ціна i -го виду продукції, $n = \overline{1, N}$ – кількість видів продукції.

Прибуток для i -го виду продукції запишемо як:

$$p_i(c_i) = P_i(c_i) - V_i, \quad (20)$$

де $P_i(c_i)$ – виручка від реалізації i -го виду продукції; V_i – витрати на реалізацію i -го виду продукції.

Витрати на виробництво i -го виду продукції виражаються:

$$V_i = \sum_{j=1}^m s_j r_j, \quad (21)$$

де s_j – вартість j -ресурсу на виготовлення i -го виду продукції; r_j – кількість j -ресурсу на виготовлення i -го виду продукції, $m = \overline{1, M}$ – кількість видів ресурсів.

Обмеження на виробництво i -го виду продукції запишемо таким чином:

$$\sum_{j=1}^m a_{ij}(r_j) \geq A_i, \quad (22)$$

де $a_{ij}(r_j)$ – кількість виготовленої продукції i -го виду; A_i – виробнича потужність виробництва i -го виду продукції.

Таким чином, основним критерієм оцінювання ефективності підприємства хімічної промисловості є прибуток, що визначається на основі (19).

Враховуючи (9) та (10) на часовому інтервалі $t_1 \leq t \leq t_2$, прибуток буде виражатися формулою:

$$P = \int_{t_1}^{t_2} \left(\sum_{i=1}^n p_i(c_i) \right) (t) dt. \quad (23)$$

В результаті отриманий критерій ефективності забезпечує визначення поточного стану підприємства з можливістю розробки майбутніх стратегічних рішень.

Висновки. Запропонована модель є основою комплексного оцінювання ефективності підприємства хімічної промисловості, що забезпечить комплексний підхід до управління в стратегічній та оперативній діяльності підприємства. В умовах кризи, пов'язаних з нестабільністю економіки, політичної обстановки, зовнішньої політики та ін. в управлінні підприємством важливим є забезпечення інформацією, яка б відображала ситуацію як у поточній, так і в стратегічній діяльності, а також сприяла виробленню та прийняттю управлінських рішень. Тому в управлінні під-

приємствами хімічної промисловості необхідно розробляти такі інформаційні технології, що забезпечать оцінювання ефективності функціонування підприємства та корпорації в цілому, а також широкі можливості оперативного збору різноманітної статистичної інформації, виконувати функції контролю відхилень фактичних показників від планових, швидко видавати інформацію за запитами різних керівних органів та забезпечувати вибір і прийняття управлінських рішень.

Список літератури

1. Прокопенко Т. А. Информационная модель управления технологическими комплексами непрерывного типа в классе организационно-технических систем / Т. А. Прокопенко, А. П. Ладанюк // Проблемы управления и информатики : междунар. науч.-техн. журн. – 2014. – № 5. – С. 64–70.
2. Ladanyuk A. P. Technological objects in the structure of the operational optimization of production / A. P. Ladanyuk, N. M. Lutsk, S. O. Golovanov // Eastern European Journal of Advanced Technologies. – 2010. – № 2/4 (44). – Р. 41–43.
3. Прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами : [монографія] / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко, М. М. Байас. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 223 с.
4. Гребенник И. В. Моделирование влияния внешней среды на эффективность плана выполнения работ / И. В. Гребенник, А. Ю. Хабаров // Системы обработки информации. – 2003. – № 4 (26).
5. Учет и анализ эффективности производства / [под ред. А. Ф. Аксененко]. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 260 с.
6. Оніщенко О. Методологічний аспект порівняльної оцінки ефективності різних форм господарювання в аграрній сфері / О. Оніщенко, В. Юршин // Економіка України. – 1996. – № 3. – С. 15–19.
7. Прокопенко Т. О. Інформаційні технології управління організаційно-технологічними системами : [монографія] / Т. О. Прокопенко, А. П. Ладанюк. – Черкаси : Вертикаль, видавець Кандич С. Г., 2015. – 224 с.
8. Ладанюк А. П. Управління автоматизованими технологічними комплексами харчових виробництва на основі сценарного

- підходу / А. П. Ладанюк, А. І. Українець, В. Д. Кишенько // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2008. – № 2. – С. 187–196.
9. Ладанюк А. П. Формування бази даних комп'ютерно-інформаційної системи оцінки ефективності функціонування цукрового заводу / А. П. Ладанюк, Т. О. Прокопенко // Автоматизація виробничих процесів. – 2003. – № 2 (17). – С. 23–27.
 10. Прокопенко Т. О. Розробка математичної моделі управління цукровими підприємствами в складі корпоративної інформаційної системи / Т. О. Прокопенко, Ю. Г. Лега, Ю. О. Ковтун // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2005. – № 2. – С. 41–43.
 4. Grebennik, I. V. and Khabarov, A. Yu. (2003) Simulation of external environment influence on the efficiency of working plan. *Sistemy obrabotki informatsiyi*, 4 (26).
 5. Aksenenko, A. F. (1986) Accounting and analysis of production efficiency. Moscow: Financy i statistika, 260 p. [in Russian].
 6. Onischenko, A. and Yurshyn, B. (1996) Methodological aspect of comparative assessment of the effectiveness of different forms of management in agriculture. *Ekonomika Ukrayiny*, (3), pp. 15–19 [in Ukrainian].
 7. Prokopenko, T. O. and Ladanyuk, A. P. (2015) Information technologies of management by organizational and technological systems. Cherkasy: Vertical, publisher Kandych S. H., 224 p. [in Ukrainian].
 8. Ladanyuk, A. P., Ukrayinets, A. I. and Kyschenko, V. D. (2008) Management by automated technological complexes of food production based on scenario approach. *Avtomatika. Avtomatizatsiya. Elektrotehnicheskiye komplekxy i sistemy*, (2), pp. 187–196 [in Ukrainian].
 9. Ladanyuk, A. P. and Prokopenko, T. O. (2003) Formation of the database of computer-information system for evaluating the efficiency of sugar factory functioning. *Avtomatyzatsiya vyrobnychyh procesiv*, 2 (17), pp. 23–27 [in Ukrainian].
 10. Prokopenko, T. O., Lega, Yu. H. and Kovtun, Yu. O. (2005) The development of mathematical model for management by sugar companies as a part of corporate information system. *Visnyk Cherkaskogo derzhavnogo tehnologichnogo universitetu*, (2), pp. 41–43 [in Ukrainian].

References

1. Prokopenko, T. O. (2014) Information model of control of the continuous type technological complexes in the class of organizational and technical systems. *Problemy upravleniya i informatiki*, (5), pp. 64–70 [in Russian].
2. Ladanyuk, A. P., Lutsk, N. M. and Golovanov, S. O. (2010) Technological objects in the structure of the operational optimization of production. *Eastern European Journal of Advanced Technologies*, 2/4 (44), pp. 41–43.
3. Dubovoy, V. M., Derman, G. Y., Pilipenko, I. V., Bayas, M. N. (2013) Decision making in managing by branched technological processes. Vinnytsya: VNTU, 223 p. [in Ukrainian].

T. O. Prokopenko, *Ph.D., associate professor*,

V. I. Krezub, *postgraduate student*

victorija.kulich@yandex.ru

Cherkasy State Technological University
Shevchenko Blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

MATHEMATICAL MODEL OF EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF CHEMICAL INDUSTRY ENTERPRISES

The article deals with evaluation of chemical industry's effectiveness. In order to assess long-term strategic decisions of chemical industry's development, it is necessary to analyze technical and economic indexes of industry's effectiveness and to identify the criteria's effectiveness among them. The dynamics of a market economy requires the development of new methods of complex evaluation of chemical industry's efficiency, where economic and market criteria's effectiveness is important.

The aim of this work is to construct a mathematical model of chemical industry and the selection criteria evaluation of effectiveness.

To evaluate the efficiency of chemical industry a number of economic and technical-economic indicators are used. These figures allow to consider many factors and components, that affect the level of efficiency and dynamics, more completely and in relationship.

The proposed model is the basis for a comprehensive evaluation of the efficiency of chemical industry, which will ensure an integrated approach to management in strategic and operational activities of the company. In crisis conditions related to the instability of the economy, political situation, foreign policy and others in enterprise management it is important to provide information that would reflect the situation both in current and strategic activities, and would contribute to the development and decision-makings in management. Therefore, in management by chemical industry enterprises it is necessary to develop these information technologies that provide the evaluation of the effectiveness of an enterprise and the whole organization, as well as opportunities of efficient collection of various statistical information, to perform functions of the control of deviations of actual indicators from planned ones, to quickly provide information on the needs of various leading organs and to provide the choice and decision-making.

Keywords: *chemical industry, evaluation of performance, economic benefit, optimization, information technology.*

*Рецензенти: А. П. Ладанюк, д.т.н., професор,
А. А. Златкін, д.т.н., професор*