



Мікроекономіка

Оксана ЦМОЦЬ

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
СИСТЕМИ РАНЬОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ
ДЛЯ УПРАВЛІННЯ МАШИНОБУДІВНИМ
ПІДПРИЄМСТВОМ**

Резюме

Проаналізовано та вдосконалено методи оцінювання економічної ефективності систем раннього попередження за вектором критеріїв і за відношенням фактичного стану підприємства до прогнозованого для малих машинобудівних підприємств.

Ключові слова

Ефективність, системи раннього попередження, машинобудівне підприємство, метод оцінювання.

Класифікація за JEL: D20.

© Оксана Цмоць, 2012.

Цмоць Оксана, магістр менеджменту, мол. науковий співробітник, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

Постановка проблеми. Для забезпечення ефективної роботи машинобудівних підприємств у ринкових умовах, які характеризуються зростанням ролі світової конкуренції, швидкою зміною зовнішнього оточення, ринків і конкурентів необхідно використовувати метод стратегічного управління за слабкими сигналами, який передбачає широке використання сучасних інформаційних технологій. Реалізація такого управління підприємством передбачає використання інформаційної системи раннього попередження (СРП). Ефективність управління машинобудівним підприємством на основі слабких сигналів значною мірою залежить від формування якісно нової інфраструктури, у якій інформаційна СРП посідає чільне місце. Ця система на основі постійного оцінювання інформації про фактори впливу на підприємство як із зовнішнього, так і з внутрішнього середовища забезпечує виявлення слабких сигналів, які сигналізують про ранні ознаки потенційних можливостей чи кризових ситуацій. Своєчасне виявлення СРП слабких сигналів забезпечує підприємству часовий ресурс на прийняття відповідних управлінських рішень. Швидке реагування на зміни, які відбуваються в навколишньому середовищі підприємства, вимагає організації в рамках СРП постійного моніторингу інформації, оцінювання факторів впливів, виявлення та аналіз слабких сигналів і підготовка їх основі управлінських рішень. При такому управлінні підприємство розглядається як відкрита система, що постійно адаптується до навколишнього середовища.

Ключовою проблемою адаптації підприємства до нестабільності оточуючого середовища є сприйняття та формування реакції на слабкі сигнали. У [22, с. 41–42] запропоновано реакції на нові задачі поділити на три типи:

- перший – передбачає мінімальні зміни, основну увагу сконцентровано на виявленні причин, що вимагають змін, і на їх усуненні;
- другий – стереотипний підхід, за якого управлінські задачі розв'язують за допомогою раніше апробованих підходів;
- третій – комплексна перебудова системи управління відповідно до змісту суті нових задач.

Розроблені відомими виробниками системи збору та аналітичної обробки даних, які можна використовувати як альтернативу до СРП є дорогими, складними в експлуатації та вимагають додаткових затрат для адаптації їх до умов роботи конкретного підприємства та задач виявлення слабких сигналів. Використання таких засобів вимагає висококваліфікованих спеціалістів і додаткових затрат на їх експлуатацію. Розроблена СРП є простою в експлуатації й орієнтованою на невеликі машинобудівні підприємства.

Вибір конкретної інформаційної системи для виявлення слабких сигналів при системі управлінні підприємством доцільно здійснювати за її ефективністю, яка є мірою того, наскільки добре виконується дане завдання порівняно з деяким стандартом [2, с. 222]. Джерелами ефективності від впровадження СРП на підприємстві можуть бути: прийняття обґрунтованіших управлінських рішень; додатковий дохід за рахунок зміни внутрішнього середовища підприємства відповідно до новизни і складності задач, які виникають; отримання конкурентних переваг; підвищення якості продукції; підвищення продуктивності праці тощо.

Тому *актуальною проблемою* є вибір методів оцінювання ефективності експлуатації інформаційної СРП та системи управління підприємством за слабкими сигналами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання оцінювання ефективності впровадження інформаційних технологій для управління підприємством розглядає у своїх працях чимало вітчизняних і зарубіжних вчених, зокрема Скрипкін К. Г. [1], Черноволенко І. Ф. [2], Осмятченко В. О. [3], Писарчук О. О. [4] та інші. Проте в даних роботах не має точних і достовірних методів оцінювання ефективності інформаційних систем, які використовують в управлінні підприємствами, та впливу їх на результати роботи цих підприємств.

Аналіз літератури [5–8], присвяченої оцінюванню ефективності управління підприємством, показав, що з цієї метою використовують такі методи: порівняння, угруповань, математичної статистики, факторного аналізу, ранговий, рейтинговий, експертних оцінок, нечіткої логіки та нейронних мереж.

Методи порівняння ґрунтуються на виявленні відхилення фактичних значень від базових. Недоліком цих методів є неоднозначна інтерпретація ефективності управління у випадку, коли одні показники покращуються, а інші – погіршуються [5].

Метод угруповань зводиться до виділення серед досліджуваних підприємств однорідних груп за визначеними ознаками та оцінка підприємств у межах своєї групи. Даний метод є одним зі способів рейтингового оцінювання ефективності управління підприємством. Він не дає змоги загалом оцінити ефективність управління, оскільки він не враховує впливів усіх факторів (ознак) на ефективність управління підприємством.

Методи математичної статистики, які використовують для оцінювання ефективності управління, ґрунтуються на дослідженні сукупності показників, між якими існує функціональна залежність. Недолік цих методів полягає в необхідності великої кількості початкової інформації та неможливості встановлення взаємозв'язків між усіма показниками.

Матричний метод використовують для оцінювання ефективності виробничо-господарської діяльності, але він не може бути використаний для оці-

нювання ефективності управління діяльністю, яка характеризується за допомогою показників, що переважно мають якісний характер.

Метод рангової оцінки, основою якого є нормативна система показників, упорядкованих відповідно до темпів зростання. Недоліками цього методу є неможливість побудувати систему показників та однозначно оцінити рівень ефективності управління.

Оцінювання ефективності управління методами експертних оцінок ґрунтується на використанні великої кількості часткових показників, що відображають різні аспекти управління підприємством, та багатокритеріального підходу [7]. Основним недоліком цих методів є їх суб'єктивний характер, який не виключає помилкового судження.

Методи нечіткої логіки забезпечують оцінювання ефективності управління підприємством на основі використання як кількісної, так і якісної інформації про функціонування підприємства [8]. Ці методи передбачають переведення якісного висловлювання експертів у кількісні значення та усунення недоліків методів, які ґрунтуються на розрахунку та оцінюванні фінансових показників.

Нейромережеві методи оцінювання ефективності управління підприємством базуються на використанні великих часових обсягів інформації про функціонування підприємства. Недоліками нейромережевих методів є непрозорість отримання результатів і складність їх оцінки.

Недоліками розглянутих методів є те, що вони не забезпечують оцінювання ефективності інформаційних систем і не враховують їх вплив на управління підприємством шляхом прийняття обґрунтованіших управлінських рішень.

Формулювання цілі дослідження. Мета статті полягає в розробці методів оцінки ефективності інформаційної СРП та систем управління на її основі малими машинобудівними підприємствами.

Виклад основного матеріалу. Оцінка економічної ефективності СРП. Для розв'язання задачі оцінювання економічної ефективності СРП застосовано підхід, запропонований у [9]. У цій роботі для оцінки економічної ефективності корпоративної інформаційної системи (КІС) запропоновано показник, вирахований на основі такого співвідношення:

$$K = - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{C_k}{(1+d_1)^k} \prod_{i=0}^k p_i + \prod_{i=0}^n p_i \sum_{j=1}^m \frac{(D_j - E_j)}{(1+d_2)^{j+n}}, \quad (1)$$

де K – економічна ефективність КІС; C_k – витрати на впровадження КІС на кінець k -того планового періоду ($k = 0, n-1$; витрати до початку першого планового періоду впровадження $C_0 = 0$); n – кількість планових періодів впровадження КІС; d_1 – коефіцієнт дисконтування КІС протягом її впровадження; p_i –

ймовірність того, що i -й плановий період впровадження КІС буде успішно завершено (до початку впровадження $p_0 = 1$; $i = \overline{0, n-1}$); співмножник $\prod_{i=0}^n p_i$ ві-

дображає ймовірність успішного завершення всіх планових періодів впровадження КІС і початку її експлуатації; D_j – доходи підприємства від експлуатації КІС на кінець j -того планового періоду експлуатації ($j = \overline{1, m}$); m – кількість планових періодів експлуатації КІС; E_j – витрати підприємства на експлуатацію КІС на кінець j -того планового періоду експлуатації ($j = \overline{1, m}$); d_2 – коефіцієнт дисконтування КІС протягом її експлуатації.

У формулі (1) витрати на впровадження КІС (інвестиційні витрати) C_j ($j = \overline{1, m}$) відомі з бізнес-плану роботи підприємства. Дохід підприємства від експлуатації КІС D_j ($j = \overline{1, m}$) обчислюють на основі відомих методик оцінки дохідності від виробничого застосування технологічного обладнання. Коефіцієнти дисконтування d_i ($i = 1, 2$) визначають на основі аналізу фінансового стану підприємства, кон'юнктури ринку збуту його продукції та прогнозу індексу інфляції. Ймовірності успішного завершення планових періодів впровадження p_i ($k = \overline{0, n-1}$) встановлюють за допомогою фінансово-технічного аналізу.

Формула (1) описує економічну ефективність КІС, яку впроваджують протягом n планових періодів впровадження й експлуатують протягом m планових періодів експлуатації при умові. У цій формулі закладено, що протягом кожного періоду експлуатації КІС в усі моменти часу приносить рівновеликий економічний ефект.

Джерелами економічного ефекту від впровадження СРП на машинобудівному підприємстві є: зменшення трудомісткості робіт зі своєчасного виявлення слабких сигналів про загрози та потенційні можливості; підвищення достовірності процесу виявлення слабких сигналів; збільшення часового ресурсу на прийняття обґрунтованіших управлінських рішень; отримання конкурентних переваг; додатковий дохід за рахунок реалізації потенційних можливостей і своєчасного реагування на загрози.

Виявлені та розпізнані СРП слабкі сигнали, які надходять від навколишнього середовища підприємства, використовують як інформацію для прийняття управлінських рішень. Сприйняття слабких сигналів є основною задачею управління підприємством, розв'язання якої забезпечить адаптацію підприємства до зміни оточуючого середовища. Залежно від сили (1-го, 2-го, 3-го, 4-го і 5-го рівня), характеру (потенційні можливості, потенційні загрози) та змісту сигналу (економічний, соціально-культурний, політичний, виробничо-

технологічний, ринковий, конкурентний, міжнародний) вибирають тип реакції та механізм розвитку підприємства.

Для оцінки економічної ефективності СРП необхідно врахувати особливості управління підприємством за слабкими сигналами. Основною особливістю такого управління є необхідність урахування додаткових витрат R_{jr} , пов'язаних з адаптацією підприємства до зміни навколишнього середовища. Дані витрати визначають як функцію:

$$R_{jr} = f(V_{jr}, X_{jr}, Z_{jr}),$$

де V_{jr} – сила сигналу, X_{jr} – характер сигналу, Z_{jr} – зміст сигналу, jr – проміжок часу (квартал), що належить j -тому плановому періоду. Дані витрати спрямовані на реалізацію змін, які забезпечать розв'язання задач, що стоять перед підприємством, за менший час із більшою віддачею.

Доходи від експлуатації СРП в jr -й проміжок часу визначають як функцію:

$$D_{jr} = f(YP),$$

де YP – управлінські рішення, які впливають на економічне, соціально-культурне, політичне, виробничо-технологічне, ринкове, конкурентне та міжнародне середовища. На практиці доходи D_{jr} від експлуатації СРП пропонуються обчислювати так:

$$D_{jr} = D_{jrP} - D_{jrR},$$

де D_{jrP} – прогнозований щоквартальний дохід підприємства; D_{jrR} – реальний щоквартальний дохід підприємства.

Оцінка економічної ефективності СРП з урахуванням особливостей управління підприємством за слабкими сигналами визначається так:

$$K = - \sum_{k=0}^{n-1} \frac{C_k}{(1+d_1)} \prod_{i=0}^k p_i + \prod_{i=0}^n p_i \sum_{j=1}^m \sum_r^g \frac{(D_{jr} - E_{jr} - q_{jr} R_{jr})}{(1+d_2)^{j+n}} \quad (2)$$

де q_{jr} – пороговий коефіцієнт, який дорівнює:

$$q_{jr} = \begin{cases} 0, & \text{коли немає сигналів від СРП} \\ 1, & \text{коли є сигнали від СРП} \end{cases}$$

Без урахування витрат на впровадження (інвестиційних витрат) економічна ефективність K_m розробленої СРП на кінець m -того планового періоду експлуатації дорівнює:

$$K_m = \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^g \frac{(D_{jr} - E_{jr} - q_{jr} R_{jr})}{(1+d_2)^{j+n}} \quad (3)$$

Знехтувавши у формулі (3) зміною коефіцієнта дисконтування d_2 можна для кожного r -о кварталу j -о планового періоду отримати оцінку економічної ефективності K_{jr} розробленої СРП:

$$K_{jr} = D_{jr} - E_{jr} - q_{jr} R_{jr} \quad (4)$$

З отриманої формули (4) випливає, що при виявленні слабких сигналів щоквартальна ефективність СРП зменшується на величину витрат R_{jr} , необхідних для адаптації підприємства до зміни навколишнього середовища. Для практичної щоквартальної оцінки економічної ефективності K_{jr} СРП, яка функціонує на підприємстві, необхідно мати результати роботи СРП та дані зі звітності підприємства.

Оцінювання ефективності СРП за вектором критеріїв. Для оцінювання ефективності СРП використаємо запропонований у роботі [4] підхід, який ґрунтується на застосуванні методів багатокритеріального аналізу для формування з часткових критеріїв інтегрованої оцінки ефективності системи. Обчислення інтегрованої оцінки ефективності будемо здійснювати за схемою компромісів, що запропонована в роботах [4,10]. За даною схемою інтегрована оцінка ефективності СРП обчислюється як згортка дискретно заданих часткових критеріїв відповідно до виразу:

$$E(y_0) = \sum_{i=1}^b \gamma_{0i} (1 - y_{0i})^{-1} \Rightarrow \min, \quad (5)$$

де $i = 1, \dots, b$ – кількість включених у згортку часткових критеріїв ефективності СРП; γ_{0i} – i -й нормований ваговий коефіцієнт; y_{0i} – нормована оцінка ефективності i -о часткового критерію ефективності.

Оцінювання ефективності СРП на основі даного підходу будемо здійснювати в такій послідовності:

- 1) формування переліку показників, від яких залежить ефективність СРП для малих машинобудівних підприємств;
- 2) визначення шкали зміни числових значень часткових критеріїв ефективності СРП для малих машинобудівних підприємств;
- 3) обчислення та нормування узагальнених критеріїв ефективності СРП за технічною, ергономічною та економічною складовими;
- 4) обчислення та нормування інтегрованої оцінки ефективності СРП;
- 5) визначення лінгвістичної категорії ефективності.

Суть даного підходу полягає насамперед у формуванні та оцінюванні показників та критеріїв, які відображають міру позитивного ефекту від функціонування системи. Основним завданням СРП є своєчасне визначення по-

тенційних загроз і можливостей для підприємства та формування відповідних управлінських пропозицій та рекомендацій. Для цього СРП повинна з високою ефективністю забезпечувати реалізацію таких функцій: збір, накопичення та аналіз зовнішньої та внутрішньої інформації, що діє на підприємство; обчислення векторів пріоритетів та узагальненого інтегрального показника впливу на підприємство; визначення слабких сигналів і факторів, які впливають на їх виникнення.

При розгляді етапів оцінювання ефективності СРП будемо орієнтуватися на СРП, які використовують на невеликих машинобудівних підприємствах.

На першому етапі оцінювання ефективності СРП формуємо перелік показників для технічних, ергономічних та економічних категорій.

Технічні показники визначають апаратно-програмними засобами, на основі яких реалізується СРП. Категорія технічних показників СРП залежить від таких показників: обсягу пам'яті для зберігання інформації; продуктивності комп'ютерної системи; надійності апаратно-програмних засобів; точності та швидкодії обробки інформації; оперативності введення стратегічної інформації; своєчасності виявлення та розпізнавання слабких сигналів; візуалізації результатів обробки інформації.

Категорія ергономічних показників характеризує апаратно-програмні засоби СРП за зручністю та ефективністю роботи користувачів системи.

Категорія економічних показників відображає вартість апаратно-програмних засобів СРП, витрати на утримання та підготовку персоналу та доходи від експлуатації системи.

Сформований перелік показників, від яких залежить ефективність роботи СРП, зведено в табл. 1.

Для кожної категорії показників СРП формуємо вимоги до критеріїв ефективності СРП:

$$\begin{cases} F_{пам} \Rightarrow \max; F_{пр} \Rightarrow \max; F_{над} \Rightarrow \max; F_{івр} \Rightarrow \max; F_{оое} \Rightarrow \max; F_{іер} \Rightarrow \max; \\ H_E \Rightarrow \max; \\ S_{аз} \Rightarrow \min; S_{зпз} \Rightarrow \min; S_{спз} \Rightarrow \min; S_{екс} \Rightarrow \max. \end{cases} \quad (6)$$

Сформований перелік часткових критеріїв ефективності СРП є суперечливим, оскільки відображає ефективнісно-вартісну модель числових (дискретних) значень технічних, ергономічних і економічних показників ефективності. При формуванні такої шкали змін будемо орієнтуватися на СРП невеликих машинобудівних підприємствах. Формування шкали числових змін показників ефективності здійснюють шляхом експертного опитування. Отриману таким чином шкалу числових змін показників ефективності СРП для малих машинобудівних підприємств наведено в табл. 2.

Таблиця 1

Перелік показників ефективності

Категорія показників	Назва показників	Позначення
F_T – технічні	Обсяг пам'яті комп'ютерної системи	$F_{пам}$
	Продуктивність комп'ютерної системи	$F_{пр}$
	Надійність апаратно-програмних засобів (коефіцієнт оперативної готовності)	$F_{над}$
	Достовірність функціонування СРП (імовірність помилки при передачі інформації)	$F_{ін}$
	Оперативністю введення стратегічної інформації	$F_{ове}$
	Імовірність виявлення та розпізнавання слабких сигналів	$F_{іер}$
H_E – ергономічні	Зручність роботи користувачів (кількість одночасно виконуваних інтерактивних задач)	H_E
S_E – економічні	Вартість апаратних засобів	$S_{аз}$
	Вартість загальносистемних програмних засобів	$S_{зпз}$
	Вартість спеціалізованих програмних засобів	$S_{спз}$
	Витрати на експлуатацію	$S_{екс}$

Таблиця 2

Шкала числових і нормованих значень показників ефективності СРП

Показники ефективності	Шкала числових значень
Обсяг пам'яті комп'ютерної системи – $F_{пам}$	4–5 Гбайт
Продуктивність комп'ютерної системи – $F_{пр}$	100–800 млн опер./сек
Надійність апаратно-програмних засобів (коефіцієнт оперативної готовності) – $F_{над}$	0,99–0,9999
Достовірність функціонування СРП (імовірність помилки при передачі інформації) – $F_{ін}$	10^{-10} – 10^{-12} на один знак
Оперативність введення стратегічної інформації – $F_{ове}$	2–2,5 год.
Імовірність виявлення та розпізнавання слабких сигналів – $F_{іер}$	0,7–0,98
Зручність роботи користувачів (кількість одночасно виконуваних інтерактивних задач) – H_E	1–7

Показники ефективності	Шкала числових значень
Вартість апаратних засобів – $S_{аз}$	45–50 тис. грн
Вартість загальносистемних програмних засобів – $S_{зпз}$	30–40 тис. грн
Вартість спеціалізованих програмних засобів – $S_{спз}$	5–10 тис. грн
Витрати на експлуатацію – $S_{екс}$	2–4 тис. грн.

На третьому етапі оцінювання ефективності СРП виконують обчислення та нормування узагальнених критеріїв ефективності СРП за технічною, ергономічною та економічною складовими. На основі згортки (5) формуємо вирази для обчислення узагальнених критеріїв ефективності СРП за технічною, ергономічною та економічною складовими. Дані вирази матимуть такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 F_T &= \gamma_{пам0}(1 - F_{пам0})^{-1} + \gamma_{про0}(1 - F_{про0})^{-1} + \gamma_{над0}(1 - F_{над0})^{-1} + \gamma_{ін0}(1 - F_{ін0})^{-1} + \\
 &+ \gamma_{овв0}(1 - F_{овв0})^{-1} + \gamma_{івр0}(1 - F_{івр0})^{-1} \Rightarrow \min \\
 H_E &= \gamma_{Е0}(1 - H_{Е0})^{-1} \Rightarrow \min \\
 S_E &= \gamma_{аз0}(1 - S_{аз0})^{-1} + \gamma_{зпз0}(1 - S_{зпз0})^{-1} + \gamma_{спз0}(1 - S_{спз0})^{-1} + \gamma_{екс0}(1 - S_{екс0})^{-1} \Rightarrow \min
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Використовуючи вирази (7) і значення показників ефективності з табл. 2, обчислюємо значення узагальнених критеріїв ефективності СРП для малого машинобудівного підприємства «Енерготерм» за технічною, ергономічною та економічною складовими:

$$\begin{aligned}
 F_T &= (1 - 0,8)^{-1} + (1 - 0,2)^{-1} + (1 - 0,9)^{-1} + (1 - 0,1)^{-1} + (1 - 0,8)^{-1} + 0,7(1 - 0,8)^{-1} = 25,86 \\
 H_E &= (1 - 0,3)^{-1} = 1,75 \\
 S_E &= (1 - 0,9)^{-1} + (1 - 0,75)^{-1} + (1 - 0,5)^{-1} + (1 - 0,5)^{-1} = 18
 \end{aligned}$$

Для обчислення інтегрованої оцінки ефективності СРП підприємства «Енерготерм» здійснюємо нормування отриманих значень узагальнених критеріїв ефективності за такими виразами:

$$\begin{aligned}
F_{T0} &= \frac{F_T}{\max F_T}, \\
\max F_T &= \gamma_{\text{пам}0}(1 - [\max F_{\text{пам}} - \Delta])^{-1} + \gamma_{\text{пр}0}(1 - [\max F_{\text{пр}} - \Delta])^{-1} + \gamma_{\text{над}0}(1 - [\max F_{\text{над}} - \Delta])^{-1} + \\
&+ \gamma_{\text{ін}0}(1 - [\max F_{\text{ін}} - \Delta])^{-1} + \gamma_{\text{овв}0}(1 - [\max F_{\text{овв}} - \Delta])^{-1} + \gamma_{\text{івр}0}(1 - [\max F_{\text{івр}} - \Delta])^{-1}, \\
H_{E0} &= \frac{H_E}{\max H_E}, \\
\max H_E &= \gamma_{E0}(1 - [\max H_E - \Delta])^{-1}, \\
S_{E0} &= \frac{S_E}{\max S_E}, \\
\max S_E &= \gamma_{\text{аз}0}(1 - [\max S_{\text{аз}} - \Delta])^{-1} + \gamma_{\text{зпз}0}(1 - [\max S_{\text{зпз}} - \Delta])^{-1} + \gamma_{\text{спз}0}(1 - [\max S_{\text{спз}} - \Delta])^{-1} + \\
&+ \gamma_{\text{екс}0}(1 - [\max S_{\text{екс}} - \Delta])^{-1},
\end{aligned} \tag{8}$$

де Δ – коефіцієнт запасу ($\Delta = 0, 1, \dots, 0, 3$), який використовують для уникнення некоректних операцій при нормуванні.

Використовуючи вирази (8) та значення показників ефективності з табл. 2, обчислюємо нормовані значення узагальнених критеріїв:

$$\begin{aligned}
\max F_T &= (1 - [1 - 0,1])^{-1} + (1 - [1 - 0,2])^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + \\
&+ (1 - [1 - 0,2])^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + 0,7(1 - [1 - 0,1])^{-1} = 47 \\
F_{T0} &= \frac{F_T}{\max F_T} = \frac{25,86}{47} = 0,55 \\
\max H_E &= (1 - [0,86 - 0,1])^{-1} = 4,17; \\
H_{E0} &= \frac{H_E}{\max H_E} = \frac{1,75}{4,17} = 0,42, \\
\max S_E &= (1 - 0,97)^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + (1 - [0,9 - 0,1])^{-1} = 58,33; \\
S_{E0} &= \frac{S_E}{\max S_E} = \frac{31,69}{58,33} = 0,54;
\end{aligned}$$

Отримані нормовані значення узагальнених критеріїв ефективності за технічною, ергономічною та економічною складовими записуємо в табл. 3.

На четвертому етапі виконують обчислення та нормування інтегрованої оцінки ефективності СРП. Для підприємства «Енерготерм» обчислення інтегрованої оцінки ефективності СРП будемо здійснювати за такими виразами:

$$E_S = \gamma_{T0}(1 - F_{T0})^{-1} + \gamma_{H0}(1 - H_{E0})^{-1} + \gamma_{S0}(1 - S_{E0})^{-1} \Rightarrow \min$$

$$E_S = 0,5(1 - 0,55)^{-1} + 0,75(1 - 0,42)^{-1} + 0,8(1 - 0,54)^{-1} = 4,14$$

При обчисленні інтегрованої оцінки ефективності СРП використовуємо вагові коефіцієнти, які забезпечують домінування критеріїв певної групи над іншими. Для прийняття рішення про ефективність СРП здійснюємо нормування інтегрованої оцінки ефективності СРП відповідно до таких виразів:

$$E_{S0} = 1 - \frac{E_S}{\max E_S}, \quad (9)$$

$$\max E_S = \gamma_{T0}(1 - [\max F_{T0} - \Delta])^{-1} + \gamma_{H0}(1 - [\max H_{E0} - \Delta])^{-1} + \gamma_{S0}(1 - [\max S_{E0} - \Delta])^{-1}$$

У формулі (9) для обчислення $\max E_S$ необхідно взяти максимальні значення $\max F_{T0}$, $\max H_{T0}$, $\max S_{E0}$, які отримують із формули (8), коли зменшити коефіцієнти запасу. З урахуванням збільшення коефіцієнту запасу ці значення будуть такими: $\max F_{T0} = 0,9$, $\max H_{T0} = 0,8$ та $\max S_{E0} = 0,9$. Використовуючи максимальні значення $\max F_{T0}$, $\max H_{T0}$, $\max S_{E0}$, обчислюємо нормовану інтегровану оцінку ефективності СРП:

$$E_{S0} = 1 - \frac{E_S}{\max E_S},$$

$$\max E_S = 0,5(1 - [0,9 - 0,1])^{-1} + 0,75(1 - [0,9 - 0,1])^{-1} + 0,8(1 - [0,9 - 0,1])^{-1} = 10,25$$

$$E_{S0} = 1 - \frac{E_S}{\max E_S} = 1 - \frac{4,14}{10,25} = 0,6$$

Обчислене та нормоване значення інтегрованої оцінки ефективності СРП для підприємства «Енерготерм» записують у табл. 3.

Таблиця 3

Обчислені та нормовані значення узагальнених критеріїв та інтегрованої оцінки ефективності СРП для підприємства «Енерготерм»

Узагальнені критерії		Інтегрована оцінка	
Обчислені	Нормовані	Обчислена	Нормована
$F_T = 25,86$	$F_{T0} = 0,55$		
$H_E = 1,175$	$H_{E0} = 0,42$		
$S_E = 18$	$S_{E0} = 0,54$	$E_S = 4,14$	$E_{S0} = 0,6$

На п'ятому етапі визначають ефективність СРП у лінгвістичній формі. Оскільки після нормування значення інтегрованої оцінки ефективності СРП може змінюватися в межах від нуля (найгірше) до одиниці (найкраще), то для оцінки ефективності в лінгвістичній формі будемо використовувати шкалу, наведену в табл. 4.

Таблиця 4

Шкала оцінки ефективності СРП у лінгвістичній формі

Інтегрована оцінка ефективності E_{S0}	Лінгвістична оцінка ефективності
1,0–0,7	Висока
0,7–0,5	Добра
0,5–0,4	Задовільна
0,4–0,2	Низька
0,2 та нижче	Незадовільна

Для СРП підприємства «Енерготерм» нормоване значення інтегрованої оцінки $E_{S0} = 0,6$, що, відповідно до даних, наведених у табл. 4, відповідає лінгвістичній оцінці ефективності «добра».

Оцінювання ефективності СРП за відношенням фактичного стану підприємства до прогнозованого. Виявлення та розпізнавання слабких сигналів СРП передбачає їх наступне сприйняття внутрішнім середовищем підприємства як інформації для формування керівних дій. Тому ефективність управління підприємством з використанням СРП будемо визначати за відношенням фактичного стану підприємства до прогнозованого, яке не враховує зміни зовнішнього середовища. Для комплексного оцінювання стану підприємства використаємо узагальнений інтегральний показник впливу, який враховує ієрархічну взаємодію та взаємозалежність усіх груп і чинників впливу на підприємство [11]. Ефективність управління підприємством E_n з використанням СРП за час її експлуатації визначатимемо за такою формулою:

$$E_n = \frac{\sum_{j=1}^h I_{jR}}{h},$$

де h – кількість кварталів, за які визначають ефективність СРП; I_{jR} – реальний щоквартальний узагальнений інтегральний показник впливу на підпри-

емство; I_{JP} – прогнозований щоквартальний узагальнений інтегральний показник впливу на підприємство.

Для підприємства «Енерготерм» ефективність управління підприємством з використанням СРП за два роки експлуатації дорівнює $E_r=0,85$, що, відповідно до даних, наведених у табл. 4, відповідає лінгвістичній оцінці ефективності «висока».

Висновки:

1. Економічний ефект від впровадження СРП на малому машинобудівному підприємстві залежить від таких параметрів: 1) доходи підприємства, що формуються за рахунок своєчасного виявлення слабких сигналів про загрози та потенційні можливості, прийняття обґрунтованіших управлінських рішень, які забезпечують отримання конкурентних переваг, реалізацію потенційних можливостей та своєчасне реагування на загрози; 2) витрати підприємства на експлуатацію СРП; 3) додаткові витрати на адаптацію підприємства до зміни навколишнього середовища.

2. При оцінюванні ефективності СРП за вектором критеріїв використовується багатокритеріальна модель, за якою множина критеріїв зводиться до інтегрованої оцінки.

3. Оцінювання ефективності СРП за вектором критеріїв передбачає виконання таких етапів: 1) формування переліку показників ефективності СРП; 2) визначення шкали зміни числових значень показників ефективності СРП; 3) обчислення та нормування узагальнених критеріїв ефективності СРП за технічною, ергономічною та економічною складовими; 4) обчислення та нормування інтегрованої оцінки ефективності СРП; 5) визначення лінгвістичної категорії ефективності.

4. Ефективність управління підприємством з використанням СРП визначають за відношенням реального узагальненого інтегрального показника впливу на підприємство, який враховує ієрархічну взаємодію та взаємозалежність усіх груп і чинників впливу, що діють на підприємство, до прогнозованого.

Література

1. Скрипкин К. Г. Экономическая эффективность информационных систем. – М.: АйТи, 2002.
2. Черноволенко И. Ф. Экономика информационных систем. – Донецк: ДонНУ, 2002. – 140 с.

3. Осмятченко В. О. Економічна оцінка ефективності впровадження інформаційних технологій у бухгалтерський облік // Міжнародний збірник наукових праць. – Випуск 1(16). – С.178-182.
4. Писарчук О. О. Оцінювання ефективності інформаційних систем за вектором критеріїв // Збірник наукових праць ЖВІ НАУ. Випуск 3. – 2010. – С. 117–123.
5. Тищенко А. Н., Кизим Н. А., Догадайло Я. В. Экономическая результативность деятельности предприятий: Монография. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2005. – 144 с.
6. Кизим Н. А., Благун И. С., Копчак Ю. С. Оценка и прогнозирование неплатежеспособности предприятий: Монография. – Х.: ИД «ИНЖЭК», 2004. – 144 с.
7. Леонов А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб., 2003. – 736 с.
8. Подольчак Н. Ю. Проблеми оцінювання та регулювання соціально-економічної ефективності систем менеджменту машинобудівних підприємств: монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 340 с.
9. Березин Д. А. Оценка и анализ экономической эффективности корпоративных информационных систем. Моделирование сложных экономических систем. С. 231–236.
10. Воронин А. Н., Зиатдинов Ю. К., Харченко А. В., Осташевский В. В. Сложные технические и эргатические системы: метод использования. – Х.: Факт, 1997. – 240 с.
11. Баклан І. В., Поплавська Ж. В., Цмоць О. І. Виявлення та оцінювання слабких сигналів у середовищі машинобудівного підприємства // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 5 (119). – С. 257–271.

Стаття надійшла до редакції 10 квітня 2012 р.