



Микроэкономика

Оксана ЦМОЦЬ

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ  
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

**Резюме**

Проанализированы и усовершенствованы методы оценивания экономической эффективности систем раннего предупреждения по вектору критериев и по отношению фактического состояния предприятия к прогнозируемому для малых машиностроительных предприятий.

**Ключевые слова**

Эффективность, системы раннего предупреждения, машиностроительное предприятие, метод оценивания.

**Классификация по JEL:** D20.

---

© Оксана Цмоць, 2012.

Цмоць Оксана, магистр менеджмента, мл. научный сотрудник, Национальный университет «Львовская политехника», Украина.

**Постановка проблемы.** Для обеспечения эффективной работы машиностроительных предприятий в рыночных условиях, характеризующихся ростом роли мировой конкуренции, быстрым изменением внешнего окружения, рынков и конкурентов, необходимо использовать метод стратегического управления по слабым сигналам, который предусматривает широкое использование современных информационных технологий. Реализация такого управления предприятием предусматривает использование информационной системы раннего предупреждения (СРП). Эффективность управления машиностроительным предприятием на основе слабых сигналов в значительной степени зависит от формирования качественно новой инфраструктуры, в которой информационная СРП занимает главное место. Данная система на основе постоянного оценивания информации о факторах влияния на предприятие как из внешней, так из внутренней среды обеспечивает выявление слабых сигналов, которые сигнализируют о ранних признаках потенциальных возможностей или кризисных ситуаций. Своевременное выявление СРП слабых сигналов обеспечивает предприятию временный ресурс на принятие соответствующих управленческих решений. Быстрое реагирование предприятия на изменения, происходящие в окружающей среде, требует организации в рамках СРП постоянного мониторинга информации, оценивания факторов влияний, выявления и анализа слабых сигналов и подготовки на их основании управленческих решений. При таком управлении предприятие рассматривается как открытая система, которая постоянно адаптируется к окружающей среде.

Ключевой проблемой адаптации предприятия к нестабильности окружающей среды является восприятие и формирование реакции на слабые сигналы. В [22, с. 41–42] предложено реакции на новые задачи разделить на три типа:

- первый – предусматривает минимальные изменения, основное внимание сконцентрировано на выявлении причин, требующих изменений, и на их устранении;
- второй – стереотипный подход, при котором управленческие задачи решаются с помощью ранее апробированных подходов;
- третий – комплексная перестройка системы управления в соответствии с содержанием сути новых задач.

Разработанные известными производителями системы сбора и аналитической обработки данных, которые можно использовать как альтернативу к СРП, дороги, сложны в эксплуатации и требуют дополнительных затрат для адаптации их к условиям работы конкретного предприятия и зада-

чам выявления слабых сигналов. Использование таких средств требует высококвалифицированных специалистов и дополнительных затрат на их эксплуатацию. Разработанная СРП проста в эксплуатации и ориентирована на небольшие машиностроительные предприятия.

Выбор конкретной информационной системы для выявления слабых сигналов при системе управления предприятием целесообразно осуществлять по ее эффективности, которая является мерой того, насколько хорошо выполняется данная задача по сравнению с неким стандартом [2, с. 222]. Источниками эффективности от внедрения СРП на предприятии могут быть: принятие более обоснованных управленческих решений; дополнительный доход за счет изменения внутренней среды предприятия в соответствии с новизной и сложностью возникающих задач; получение конкурентных преимуществ; повышение качества продукции; повышение производительности труда и другое.

Поэтому *актуальной проблемой* является выбор методов оценивания эффективности эксплуатации информационной СРП и системы управления предприятием по слабым сигналам.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Вопросы оценивания эффективности внедрения информационных технологий для управления предприятием рассматриваются в работах многих отечественных и зарубежных ученых, в частности Скрипкина К. Г. [1], Черноволенко И. Ф. [2], Осмятченко В. О. [3], Писарчук О. О. [4] и других. Однако в данных работах нет точных и достоверных методов оценивания эффективности информационных систем, которые используются в управлении предприятием, и их влияния на результаты работы данных предприятий.

Анализ литературы [5–8], посвященной оцениванию эффективности управления предприятием, показал, что для данной цели используются такие методы: сравнение, группирование, математическая статистика, факторный анализ, ранговый, рейтинговый, методы экспертных оценок, нечеткой логики и нейронных сетей.

Методы сравнения основываются на выявлении отклонения фактических значений от базисных. Недостатком данных методов является неоднозначная интерпретация эффективности управления в случае, когда одни показатели улучшаются, а другие ухудшаются [5].

Метод группирования сводится к выделению среди исследуемых предприятий однородных групп по определенным признакам и оценке предприятий в пределах своей группы. Данный метод является одним из способов рейтингового оценивания эффективности управления предприятием. Данный метод не позволяет в целом оценить эффективность управления, поскольку он не учитывает влияния всех факторов (признаков) на эффективность управления предприятием.

Методы математической статистики, используемые для оценивания эффективности управления, основаны на исследовании совокупности показателей, между которыми существует функциональная зависимость. Недостаток данных методов заключается в необходимости большого количества исходной информации и невозможности установления взаимосвязей между всеми показателями.

Матричный метод используется для оценивания эффективности производственно-хозяйственной деятельности, но он не может быть использован для оценивания эффективности управления деятельностью, характеризующейся с помощью показателей, которые в основном имеют качественный характер.

Метод ранговой оценки, основой которого является нормативная система показателей, упорядоченных в соответствии с темпами роста. Недостатком данного метода является невозможность построить систему показателей и однозначно оценить уровень эффективности управления.

Оценивание эффективности управления методами экспертных оценок основывается на использовании большого количества частичных показателей, отображающих различные аспекты управления предприятием, и многокритериального подхода [7]. Основным недостатком данных методов является их субъективный характер, не исключающий ошибочного суждения.

Методы нечеткой логики обеспечивают оценивание эффективности управления предприятием на основе использования как количественной, так и качественной информации о функционировании предприятия [8]. Данные методы предусматривают перевод качественного высказывания экспертов в количественные значения и устранение недостатков методов, основывающихся на расчете и оценивании финансовых показателей.

Нейросетевые методы оценивания эффективности управления предприятием базируются на использовании больших временных объемов информации о функционировании предприятия. Недостатками нейросетевых методов являются непрозрачность получения результатов и сложность их оценки.

Недостатками рассмотренных методов является то, что они не обеспечивают оценивания эффективности информационных систем и не учитывают их влияния на управление предприятием путем принятия более обоснованных управленческих решений.

**Формулировка цели исследования.** Цель статьи заключается в разработке методов оценки эффективности информационной СРП и систем управления на ее основе малыми машиностроительными предприятиями.

**Изложение основного материала.** *Оценка экономической эффективности СРП.* Для решения задачи оценивания экономической эф-

фактивности СРП применен подход, предложенный в [9]. В этой работе для оценки экономической эффективности корпоративной информационной системы (КИС) предложен показатель, рассчитанный на основе такого соотношения:

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

где  $K$  – экономическая эффективность КИС;  $C_k$  – затраты на внедрение КИС на конец  $k$ -го планового периода ( $k = 0, n-1$ ; затраты до начала первого планового периода внедрения  $C_0 = 0$ );  $n$  – количество плановых периодов внедрения КИС;  $d_1$  – коэффициент дисконтирования КИС в течение ее внедрения;  $p_i$  – вероятность того, что  $i$ -й плановый период внедрения КИС будет успешно завершен (до начала внедрения  $p_0 = 1$ ;  $i = 0, n-1$ ); сомножи-

тель  $\prod_{i=0}^n p_i$  отображает вероятность успешного завершения всех плановых периодов внедрения КИС и начала ее эксплуатации;  $D_j$  – доходы предприятия от эксплуатации КИС на конец  $j$ -го планового периода эксплуатации ( $j = 1, m$ );  $m$  – количество плановых периодов эксплуатации КИС;  $E_j$  – затраты предприятия на эксплуатацию КИС на конец  $j$ -го планового периода эксплуатации ( $j = 1, m$ );  $d_2$  – коэффициент дисконтирования КИС в течение ее эксплуатации.

В формуле (1) затраты на внедрение КИС (инвестиционные затраты)  $C_j$  ( $j = 1, m$ ) известны из бизнес-плана работы предприятия. Доход предприятия от эксплуатации КИС  $D_j$  ( $j = 1, m$ ) рассчитывают на основе известных методик оценки доходности от производственного применения технологического оборудования. Коэффициенты дисконтирования  $d_i$  ( $i = 1, 2$ ) определяют на основе анализа финансового состояния предприятия, конъюнктуры рынка сбыта его продукции и прогноза индекса инфляции. Вероятности успешного завершения плановых периодов внедрения  $p_i$  ( $k = 0, n-1$ ) устанавливают при помощи финансово-технического анализа.

Формула (1) описывает экономическую эффективность КИС, которую внедряют в течение  $n$  плановых периодов внедрения и эксплуатируют в течение  $m$  плановых периодов эксплуатации при условии. В этой формуле заложено, что в течение каждого периода эксплуатации КИС во все моменты времени приносит равновеликий экономический эффект.

Источниками экономического эффекта от внедрения СРП на машиностроительном предприятии являются: уменьшение трудоемкости работ по

своевременному выявлению слабых сигналов об угрозах и потенциальных возможностях; повышение достоверности процесса выявления слабых сигналов; увеличение временного ресурса на принятие более обоснованных управленческих решений; получение конкурентных преимуществ; дополнительный доход за счет реализации потенциальных возможностей и своевременного реагирования на угрозы.

Выявленные и распознанные СРП слабые сигналы, поступающие от окружающей среды предприятия, используются в качестве информации для принятия управленческих решений. Восприятие слабых сигналов является основной задачей управления предприятием, решение которой обеспечит адаптацию предприятия к изменению окружающей среды. В зависимости от силы (1-го, 2-го, 3-го, 4-го и 5-го уровней), характера (потенциальные возможности, потенциальные угрозы) и содержания сигнала (экономический, социально-культурный, политический, производственно-технологический, рыночный, конкурентный, международный), выбирается тип реакции и механизм развития предприятия.

Для оценки экономической эффективности СРП необходимо учесть особенности управления предприятием по слабым сигналам. Основной особенностью такого управления является необходимость учета дополнительных затрат  $R_{jr}$ , которые связаны с адаптацией предприятия к изменению окружающей среды. Данные затраты определяются как функция:

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

где  $V_{jr}$  – сила сигнала,  $X_{jr}$  – характера сигнал,  $Z_{jr}$  – содержание сигнала,  $jr$  – промежуток времени (квартал), который принадлежит  $j$ -тому плановому периоду. Данные затраты направлены на реализацию изменений, которые обеспечат решение задач, стоящих перед предприятием за меньшее время с большей отдачей.

Доходы от эксплуатации СРП в  $jr$ -й промежуток времени определяются как функция:

$$D_{jr} = f(УР),$$

где  $УР$  – управленческие решения, влияющие на экономическую, социально-культурную, политическую, производственно-технологическую, рыночную, конкурентную и международную среду. На практике доходы  $D_{jr}$  от эксплуатации СРП предлагается рассчитывать так:

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

где  $D_{jrP}$  – прогнозируемый ежеквартальный доход предприятия;  $D_{jrR}$  – реальный ежеквартальный доход предприятия.

Оценка экономической эффективности СРП с учетом особенности управления предприятием по слабым сигналам определяется так:

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

где  $q_{jr}$  – пороговый коэффициент, который равен:

$$q_{jr} = \begin{cases} 0, & \text{когда нет сигналов от СРП} \\ 1, & \text{когда есть сигналы от СРП} \end{cases}$$

Без учета затрат на внедрение (инвестиционных затрат) экономическая эффективность  $K_m$  разработанной СРП на конец  $m$ -го планового периода эксплуатации равна:

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

Пренебрегая в формуле (3) изменением коэффициента дисконтирования  $d_2$ , можно для каждого  $r$ -о квартала  $j$ -о планового периода получить оценку экономической эффективности  $K_{jr}$  разработанной СРП:

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

Из полученной формулы (4) вытекает, что при выявлении слабых сигналов ежеквартальная эффективность СРП уменьшается на величину затрат  $R_{jr}$ , которые необходимы для адаптации предприятия к изменению окружающей среды. Для практической ежеквартальной оценки экономической эффективности  $K_{jr}$  СРП, которая функционирует на предприятии, необходимо иметь результаты работы СРП и данные по отчетности предприятия.

**Оценивание эффективности СРП по вектору критериев.** Для оценивания эффективности СРП используем предложенный в работе [4] подход, основанный на применении методов многокритериального анализа для формирования из частичных критериев интегрированной оценки эффективности системы. Расчет интегрированной оценки эффективности будем осуществлять по схеме компромиссов, предложенной в работах [4, 10]. Согласно данной схеме, интегрированная оценка эффективности СРП рассчитывается как свиток дискретно заданных частичных критериев в соответствии с выражением:

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

где  $i=1, \dots, b$  – количество включенных в свиток частичных критериев эффективности СРП;  $\gamma_{0i}$  –  $i$ -й нормированный весомый коэффициент;  $y_{0i}$  – нормированная оценка эффективности  $i$ -о частичного критерия эффективности.

Оценивание эффективности СРП на основе данного подхода будем осуществлять в такой последовательности:

- 1) формирование перечня показателей, от которых зависит эффективность СРП для малых машиностроительных предприятий;
- 2) определение шкалы изменения числовых значений частных критериев эффективности СРП для малых машиностроительных предприятий;
- 3) расчет и нормирование обобщенных критериев эффективности СРП по технической, эргономической и экономической составляющими;
- 4) расчет и нормирование интегрированной оценки эффективности СРП;
- 5) определение лингвистической категории эффективности.

Суть данного подхода, прежде всего, заключается в формировании и оценивании показателей и критериев, отражающих степень положительного эффекта от функционирования системы. Основной задачей СРП является своевременное определение потенциальных угроз и возможностей для предприятия и формирование соответствующих управленческих предложений и рекомендаций. Для этого СРП должна с высокой эффективностью обеспечивать реализацию таких функций: сбор, накопление и анализ внешней и внутренней информации, действующих на предприятии; расчет векторов приоритетов и обобщенного интегрального показателя влияния на предприятие; определение слабых сигналов и факторов, влияющих на их возникновение.

При рассмотрении этапов оценивания эффективности СРП будем ориентироваться на СРП, которые используются на небольших машиностроительных предприятиях.

*На первом этапе* оценивания эффективности СРП формируем перечень показателей для технических, эргономических и экономических категорий.

Технические показатели определяются аппаратно-программными средствами, на основе которых реализуется СРП. Категория технических показателей СРП зависит от следующих показателей: объем памяти для хранения информации; продуктивности компьютерной системы; надежность аппаратно-программных средств; точность и быстрая обработка информации; оперативность введения стратегической информации; своевременность выявления и распознавания слабых сигналов; визуализация результатов обработки информации.

Категория эргономических показателей характеризует аппаратно-программные средства СРП по удобству и эффективности работы пользователей системы.



Категория экономических показателей отображает стоимость аппаратно-программных средств СРП, затраты на содержание и подготовку персонала и доходы от эксплуатации системы.

Сформирован перечень показателей, от которых зависит эффективность работы СРП, сведенный в табл. 1.

Таблица 1

**Перечень показателей эффективности**

Категория показателей	Название показателей	Обозначения
$F_T$ – технические	Объем памяти компьютерной системы	$F_{пам}$
	Продуктивность компьютерной системы	$F_{пр}$
	Надежность аппаратно-программных средств (коэффициент оперативной готовности)	$F_{над}$
	Достоверность функционирования СРП (вероятность ошибки при передаче информации)	$F_{ин}$
	Оперативностью введения стратегической информации	$F_{оов}$
	Вероятность выявления и распознавания слабых сигналов	$F_{иср}$
$H_E$ – эргономические	Удобство работы пользователей (количество одновременно выполняемых интерактивных задач)	$H_E$
$S_E$ – экономические	Стоимость аппаратных средств	$S_{аз}$
	Стоимость общесистемных программных средств	$S_{зпз}$
	Стоимость специализированных программных средств	$S_{спз}$
	Затраты на эксплуатацию	$S_{екс}$

Для каждой категории показателей СРП формируем требования к критериям эффективности СРП

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

Сформированный перечень частичных критериев эффективности СРП является противоречивым, поскольку отображает эффективностно-стоимостную модель.

На втором этапе оценивания эффективности СРП определяется шкала изменения числовых (дискретных) значений технических, эргономических и экономических показателей эффективности. При формировании такой шкалы изменений будем ориентироваться на СРП небольших машиностроительных предприятий. Формирование шкалы числовых изменений показателей эффективности осуществляется путем экспертного опроса. Полученная таким образом шкала числовых изменений показателей эффективности СРП для малых машиностроительных предприятий приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Шкала числовых и нормированных значений  
показателей эффективности СРП**

Показатели эффективности	Шкала числовых значений
Объем памяти компьютерной системы – $F_{пам}$	4–5 Гбайт
Продуктивность компьютерной системы – $F_{пр}$	100–800 млн опер./сек
Надежность аппаратно-программных средств (коэффициент оперативной готовности) – $F_{над}$	0,99–0,9999
Достоверность функционирования СРП (вероятность ошибки при передаче информации) – $F_{ин}$	$10^{-10}$ – $10^{-12}$ на один знак
Оперативность введения стратегической информации – $F_{оес}$	2–2,5 ч.
Вероятность выявления и распознавания слабых сигналов – $F_{иср}$	0,7–0,98
Удобство работы пользователей (количество одновременно выполняемых интерактивных задач) – $H_E$	1–7
Стоимость аппаратных средств – $S_{аз}$	45–50 тыс. грн.
Стоимость общесистемных программных средств – $S_{спз}$	30–40 тыс. грн.
Стоимость специализированных программных средств – $S_{спз}$	5–10 тыс. грн.
Затраты на эксплуатацию – $S_{екс}$	2–4 тыс. грн

На третьем этапе оценивания эффективности СРП выполняется расчет и нормирование обобщенных критериев эффективности СРП по технической, эргономической и экономической составляющим. На основе свертка (5) формируем выражения для расчета обобщенных критериев эффективности СРП по технической, эргономической и экономической составляющим. Данные выражения будут иметь такой вид:

$$\begin{aligned}
 F_T &= \gamma_{\text{пам}0}(1 - F_{\text{пам}0})^{-1} + \gamma_{\text{пр}0}(1 - F_{\text{пр}0})^{-1} + \gamma_{\text{над}0}(1 - F_{\text{над}0})^{-1} + \gamma_{\text{ин}0}(1 - F_{\text{ин}0})^{-1} + \\
 &+ \gamma_{\text{овв}0}(1 - F_{\text{овв}0})^{-1} + \gamma_{\text{вер}0}(1 - F_{\text{вер}0})^{-1} \Rightarrow \min \\
 H_E &= \gamma_{E0}(1 - H_{E0})^{-1} \Rightarrow \min \\
 S_E &= \gamma_{\text{аз}0}(1 - S_{\text{аз}0})^{-1} + \gamma_{\text{зпз}0}(1 - S_{\text{зпз}0})^{-1} + \gamma_{\text{спз}0}(1 - S_{\text{спз}0})^{-1} + \gamma_{\text{екс}0}(1 - S_{\text{екс}0})^{-1} \Rightarrow \min
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

Используя выражения (7) и значения показателей эффективности из табл. 2, рассчитываем значение обобщенных критериев эффективности СРП для малого машиностроительного предприятия «Энерготерм» по технической, эргономической и экономической составляющим:

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

Для расчета интегрированной оценки эффективности СРП предприятия «Энерготерм» осуществляем нормирование полученных значений обобщенных критериев эффективности по таким выражениям:

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

где  $\Delta$  – коэффициент запаса ( $\Delta = 0, 1, \dots, 0, 3$ ), который используется для избежания некорректных операций при нормировании.

Используя выражения (8) и значения показателей эффективности из табл. 2, рассчитываем нормированные значения обобщенных критериев:

$$\begin{aligned} \max F_T &= (1 - [1 - 0,1])^{-1} + (1 - [1 - 0,2])^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + \\ &+ (1 - [1 - 0,2])^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + 0,7(1 - [1 - 0,1])^{-1} = 47 \\ F_{T0} &= \frac{F_T}{\max F_T} = \frac{25,86}{47} = 0,55 \end{aligned}$$

$$\max H_E = (1 - [0,86 - 0,1])^{-1} = 4,17;$$

$$H_{E0} = \frac{H_E}{\max H_E} = \frac{1,75}{4,17} = 0,42,$$

$$\max S_E = (1 - 0,97)^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + (1 - [1 - 0,1])^{-1} + (1 - [0,9 - 0,1])^{-1} = 58,33;$$

$$S_{E0} = \frac{S_E}{\max S_E} = \frac{31,69}{58,33} = 0,54;$$

Полученные нормированные значения обобщенных критериев эффективности по технической, эргономической и экономической составляющим записываем в табл. 3.

На четвертом этапе используется расчет и нормирование интегрированной оценки эффективности СРП. Для предприятия «Энерготерм» расчет интегрированной оценки эффективности СРП будем осуществлять по следующим выражениям:

$$\begin{aligned} E_S &= \gamma_{T0}(1 - F_{T0})^{-1} + \gamma_{H0}(1 - H_{E0})^{-1} + \gamma_{S0}(1 - S_{E0})^{-1} \Rightarrow \min \\ E_S &= 0,5(1 - 0,55)^{-1} + 0,75(1 - 0,42)^{-1} + 0,8(1 - 0,54)^{-1} = 4,14 \end{aligned}$$

При расчете интегрированной оценки эффективности СРП используем весовые коэффициенты, которые обеспечивают доминирование критериев определенной группы над другими. Для принятия решения об эффективности СРП осуществляем нормирование интегрированной оценки эффективности СРП в соответствии со следующими выражениями:

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

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

В формуле (9) для расчета  $\max E_S$  необходимо взять максимальные значения  $\max F_{T0}$ ,  $\max H_{T0}$ ,  $\max S_{E0}$ , которые получаются из формулы (8), когда уменьшить коэффициенты запаса. С учетом увеличения коэффициента запаса данные значения будут такими:  $\max F_{T0} = 0,9$ ,  $\max H_{T0} = 0,8$  и  $\max S_{E0} = 0,9$ . Используя максимальные значения  $\max F_{T0}$ ,  $\max H_{T0}$ ,  $\max S_{E0}$ , рассчитываем нормированную интегрированную оценку эффективности СРП:

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

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

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

Рассчитанное и нормированное значение интегрированной оценки эффективности СРП для предприятия «Энерготерм» записываются в табл. 3.

На пятом этапе определяется эффективность СРП в лингвистической форме. Поскольку после нормирования значения интегрированной оценки эффективности СРП может изменяться в границах от нуля (наихудшее) до единицы (наилучшее), то для оценки эффективности в лингвистической форме будем использовать шкалу, приведенную в табл. 4.

Таблица 3

**Рассчитанные и нормированные значения обобщенных критериев и интегрированной оценки эффективности СРП для предприятия «Энерготерм»**

Обобщенные критерии		Интегрированная оценка	
Рассчитанные	Нормированные	Рассчитанные	Нормированные
$F_T = 25,86$	$F_{T0} = 0,55$		
$H_E = 1,175$	$H_{E0} = 0,42$		
$S_E = 18$	$S_{E0} = 0,54$	$E_S = 4,14$	$E_{S0} = 0,6$

Таблица 4

**Шкала оценки эффективности СРП в лингвистической форме**

Интегрированная оценка эффективности $E_{S0}$	Лингвистическая оценка эффективности
1,0–0,7	Высокая
0,7–0,5	Хорошая
0,5–0,4	Удовлетворительная
0,4–0,2	Низкая
0,2 и ниже	Неудовлетворительная

Для СРП предприятия «Энерготерм» нормированное значение интегрированной оценки  $E_{SO} = 0,6$ , которое, согласно данным, приведенным в табл. 4, соответствует лингвистической оценке эффективности – «хорошая».

**Оценивание эффективности СРП по отношению к фактическому состоянию предприятия к прогнозируемому.** Выявление и распознавание слабых сигналов СРП предусматривает их последующее восприятие внутренней средой предприятия в качестве информации для формирования руководящих действий. Поэтому эффективность управления предприятием с использованием СРП будем определять по отношению фактического состояния предприятия к прогнозируемому, которое не учитывает изменений внешней среды. Для комплексного оценивания состояния предприятия используем обобщенный интегральный показатель влияния, который учитывает иерархическое взаимодействие и взаимозависимость всех групп и факторов влияния на предприятие [11]. Эффективность управления предприятием  $E_n$  с использованием СРП за время ее эксплуатации будем определять по такой формуле:

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

где  $h$  – количество кварталов, за которые определяется эффективность СРП;  $I_{jR}$  – реальный ежеквартальный обобщенный интегральный показатель влияния на предприятие;  $I_{jP}$  – прогнозируемый ежеквартальный обобщенный интегральный показатель влияния на предприятие.

Для предприятия «Энерготерм» эффективность управления предприятием с использованием СРП за два года эксплуатации равен  $E_n = 0,85$ , что, согласно данным, приведенным в табл. 4, соответствует лингвистической оценке эффективности «высокая».

#### Выводы:

1. Экономический эффект от внедрения СРП на небольшом машиностроительном предприятии зависит от следующих параметров: 1) доходы предприятия, формирующиеся за счет своевременного выявления слабых сигналов об угрозе и потенциальных возможностях, принятия более обоснованных управленческих решений, которые обеспечивают получение конкурентных преимуществ, реализацию потенциальных возможностей и своевременное реагирование на угрозы; 2) затраты предприятия на эксплуатацию СРП; 3) дополнительные затраты на адаптацию предприятия к изменениям окружающей среды.

2. При оценивании эффективности СРП по вектору критериев используется многокритериальная модель, согласно которой множество критериев сводится к интегрированной оценке.

3. Оценивание эффективности СРП по вектору критериев предусматривает выполнение следующих этапов: 1) формирование перечня показателей эффективности СРП; 2) определение шкалы изменения числовых значений показателей эффективности СРП; 3) расчет и нормирование обобщенных критериев эффективности СРП по технической, эргономической и экономической составляющим; 4) расчет и нормирование интегрированной оценки эффективности СРП; 5) определение лингвистической категории эффективности.

4. Эффективность управления предприятием с использованием СРП определяется по отношению реального обобщенного интегрального показателя влияния на предприятие, который учитывает иерархическое взаимодействие и взаимозависимость всех групп и факторов влияния, действующих на предприятии, к прогнозируемому.

### **Литература**

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.

Статья поступила в редакцию 10 апреля 2012 г.