

УДК 330.4: 519.86

Ю. Г. Лысенко
д-р экон. наук, профессор, чл.-корр. НАНУ
Донецкий национальный университет

Е. Е. Бизянов
канд. техн. наук, доцент
Донбасский государственный технический университет

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДСИСТЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Вопрос оценки эффективности информационных систем управления (ИСУ) неизбежно возникает уже на этапе принятия решения об их создании, модернизации или приобретении. Руководство предприятия (фирмы) при принятии решения о целесообразности внедрения ИСУ желает прежде всего получить ответ на главный вопрос: какие выгоды (преимущества) получит предприятие в случае реализации такого проекта? Сложность ответа на этот вопрос связана, в первую очередь, с высоким уровнем неопределенности в исходной информации и сроками, в которые ответ может быть получен.

Неопределенность присуща практически всем процессам принятия управленческих решений. На практике различают два основных вида неопределенности — стохастическую и лингвистическую. Первая отражает вероятность наступления событий, вторая рассматривает неточность и неоднозначность высказываний, исходных данных и т. п. [1]. Стохастическая неопределенность, как правило, характерна для событий, которые могут произойти с определенной вероятностью, а лингвистическая неопределенность оценивает возможность получения того или иного результата. При внедрении (модернизации, покупке) ИСУ основной проблемой является не столько оценка затрат либо сроков исполнения проекта, сколько оценка будущих результатов, — ожидаемой экономии средств, уровня автоматизации бизнес-процессов и пр. Поэтому при оценке эффективности ИСУ, как правило, имеет место второй вид неопределенности.

Довольно часто в описании возможностей информационных систем управления и программных продуктов для них можно встретить высказывания вида: «Использование нашей системы управления продажами позволяет улучшить уровень обслуживания клиентов и расширить сферу сбыта». Иногда такая оценка дается в виде диапазона: «внедрение логистической ИС позволит снизить уровень страхового запаса от 10 до 50 %». Действия «увеличение» и «расширение» можно отобразить с помощью лингвистического терм-множества, а диапазон значений представить нечетким числом, например, «уровень страхового запаса приблизительно равен 35 %» или нечетким интервалом, например, «страховой запас лежит в пределах от 10 до 50 %».

Именно наличие лингвистической неопределенности, сложность или же невозможность представления части показателей в числовой форме, а также сложность взаимосвязей в предметных областях, обслуживаемых ИСУ, и диктует целесообразность использования нечеткой математики и нечеткой логики в оценке эффективности последних.

При построении нечеткой модели эффективности ИСУ использование структуры нечеткой модели, которую принято считать стандартной [1, 2] (фаззификация-вывод-

дефаззификация), не всегда представляется возможным ввиду отсутствия прямых связей между показателями деятельности предприятия и функциями, реализуемыми ИСУ.

Ковальчук К. Ф. [4] предлагает оценивать эффективность информационных систем в условиях неопределенности как совокупность эффективностей (экономической, технологической, правовой и пр.), каждая из которых представлена функцией от лингвистических переменных, которые, в свою очередь, определены на нечетких множествах с трапецеидальными функциями принадлежности.

Игнатъев М. Н. в своей диссертационной работе рассматривает нечеткую продукционную модель эффективности инвестиций в корпоративную информационную систему торгового предприятия, в которой предлагает проводить анализ изменений значений набора показателей компании по временным срезам (эскизный аудит): агрегирование данных, собранных в рамках древовидной иерархии с учетом системы отношений предпочтений; распознавание агрегированного фактора по определенной шкале с последующей обработкой результатов анализа с помощью правил нечеткого вывода [5].

Обычно ИСУ создается (модернизируется, совершенствуется) для достижения определенных целей в конкретной предметной области. Учитывая то, что большинство ИСУ не приносят прибыль в явном виде, при построении модели необходимо построить причинно-следственную цепочку взаимовлияния факторов производства и показателей деятельности предприятия, увязав их с воздействием ИСУ. Наилучший результат в этом случае обеспечивают когнитивные модели (когнитивные карты), позволяющие одновременно использовать как количественные, так и качественные показатели, и не ограничивающие исследователя в применяемых математических методах обработки данных. Когнитивные карты отражают представления специалистов, работающих с определенной проблемой, в виде схемы взаимодействия объектов предметной области и отображают указанную схему в виде ориентированного графа [6].

Исходя из вышеприведенного анализа и рассуждений, предлагаем следующую последовательность построения нечеткой модели эффективности ИСУ:

1. Формализованное описание предметной области, выявление «узких мест», уточнение проблем и возможных методов их решения с помощью ИСУ.
2. Формулирование конкретных целей и задач, которые будет решать ИСУ.
3. Выделение показателей предметной области, на которые может влиять ИСУ.
4. Составление когнитивной карты, отражающей взаимосвязь показателей предметной области и ИСУ.
5. Идентификация и описание переменных модели. Определение диапазонов изменения для каждой переменной.
6. Задание механизма расчетов и логических выводов для каждой причинно-следственной цепочки модели.

Агрегация полученных в пп. 5, 6 правил в единое описание.

При выполнении описания в пп. 1, 2 предметную область целесообразно представить в вербальной форме, понятной всем специалистам, задействованным в разработке модели.

При реализации пп. 3, 4 используют собственный накопленный опыт, мнения экспертов, статистические данные о работе предприятия за прошлые годы, а также сведения из литературы. Вид функций принадлежности, представляющих нечеткие числа и лингвистические переменные, а также количество термов в терм-множествах последних определяются требуемой точностью представления, наличием исходных данных, а также степенью уверенности (опытности) экспертов [3]. На первом шаге имеет смысл использовать треугольную форму функции принадлежности, как простую и интуитивно понятную. По мере накопления данных о результатах использования ИСУ возможен переход к трапецеидальным, гауссовым и другим формам функций принадлежности.

При выборе области определения переменных в пп. 5, 6 следует принимать во внимание тип исходных данных (константа, нечеткое число, лингвистическая переменная), количество переменных и длину причинно-следственной цепочек.

После проведения моделирования исследователь получает набор нечетких значений для показателей предметной области, на основании которых оценивает эффективность ИСУ.

В качестве примера рассмотрим оценку эффективности подсистемы нормирования ИСУ крупного металлургического предприятия.

В металлургическом производстве отклонения фактических значений затрат на сырье, материалы и оплату труда от их нормативных значений могут достигать 15 %, а в редких случаях и превышать это значение [7]. Подсистема нормирования (ПН) внедряется с целью оперативного управления нормами затрат труда, а также расхода сырья и материалов в основном производстве, что позволит снизить себестоимость продукции и увеличить объем ее выпуска.

Оперативное управление нормами обеспечивается путем их непрерывной коррекции с учетом текущего состояния основных фондов, квалификации рабочих и менеджеров, а также за счет обеспечения достоверной и своевременной информацией бизнес-процессов, связанных с нормированием.

Подсистема нормирования ИСУ оказывает следующее влияние на элементы производственной системы предприятия:

— минимизирует нормы расхода сырья, материалов и затрат труда за счет повышения точности расчетов их значений, а также за счет оперативного обеспечения релевантной информацией операционных менеджеров, экономистов и технологов-нормировщиков;

— способствует увеличению выпуска продукции за счет более рационального (экономного) использования сырья, материалов и трудовых ресурсов.

Для упрощения дальнейшего изложения материала будем называть менеджерами всех сотрудников управления, задействованных в процессе разработки норм: операционных менеджеров, экономистов и технологов-нормировщиков.

Граф когнитивной карты, отображающий взаимосвязи в предметной области с учетом влияния ПН ИСУ, изображен на рис. 1, а описание переменных модели — в табл. 1.

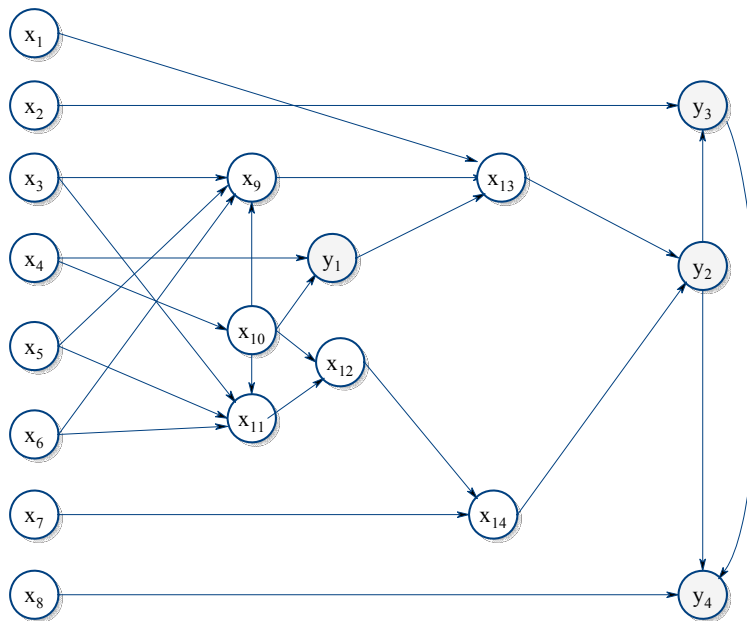


Рис. 1. Граф когнитивной карты, отображающий влияние ПН ИСУ на показатели производственной системы предприятия

Переменные модели

№ п/п	Показатель — переменная модели	Обозначение	Тип
1	Средняя цена на сырье и материалы	$x1$	входная
2	Средняя цена реализации продукции	$x2$	входная
3	Подсистема нормирования ИСУ	$x3$	входная
4	Состояние основных фондов	$x4$	входная
5	Квалификация менеджеров	$x5$	входная
6	Квалификация промышленно-производственного персонала (ППП)	$x6$	входная
7	Средняя заработная плата ППП	$x7$	входная
8	Затраты на содержание ПН ИСУ	$x8$	входная
9	Нормы расхода сырья и материалов	$x9$	промежуточная
10	Фонд времени работы оборудования	$x10$	промежуточная
11	Нормы затрат труда	$x11$	промежуточная
12	Количество производственных рабочих	$x12$	промежуточная
13	Затраты на сырье и материалы	$x13$	промежуточная
14	Оплата труда ППП	$x14$	промежуточная
15	Объем выпуска продукции	$y1$	выходная
16	Себестоимость продукции	$y2$	выходная
17	Чистый доход от реализации продукции	$y3$	выходная
18	Экономическая эффективность ПН ИСУ	$y4$	выходная

Как следует из рис. 1, в себестоимость продукции не включены: амортизация основных фондов, расходы на ремонты оборудования и другие затраты. На предприятиях черной металлургии затраты на сырье, материалы и оплату труда составляют около 95 % себестоимости, поэтому исключение указанных выше составляющих не приведет к существенной погрешности, однако позволит упростить модель. В дальнейшем мы учтем это факт с помощью корректирующего коэффициента $K_C = 1/0,95 = 1,053$.

Состояние основных фондов будем оценивать через коэффициент годности K_G , который представляет собой отношение их остаточной стоимости на начало года к первоначальной стоимости. Этот коэффициент учитывает как амортизацию основных фондов (вычитается из остаточной стоимости), так и затраты на проведенные ремонты (прибавляются к остаточной стоимости).

Квалификация производственных рабочих и менеджеров зависит от их образования и стажа работы, а также от проводимой на предприятии политики повышения квалификации кадров. Обычно квалификацию персонала оценивают с помощью коэффициента квалификации. Используя формулу из [8], и, исходя из предположения, что образование сотрудников предприятия соответствует их должности, получим:

$$K_p = \sqrt{\frac{(N_p^{HG} + N_p^{MD} + N_p^{LR}) \cdot N_p^{EX}}{N_p^2}}, \quad (1)$$

где N_p — общее количество сотрудников (промышленно-производственного персонала или менеджеров); N_p^{HG} — количество сотрудников, имеющих высшее образование; N_p^{MD} — количество сотрудников, имеющих среднее специальное образование; N_p^{LR} — количество сотрудников, прошедших профессиональную переподготовку и повышение квалификации; N_p^{EX} — количество сотрудников, имеющих значительный стаж работы (как правило, свыше 10 лет).

Если группы сотрудников, имеющих соответствующее образование, среднее специальное образование, прошедших переподготовку и имеющих значительный опыт работы,

представить в виде множеств M_P^{HG} , M_P^{MD} , M_P^{LR} и M_P^{EX} , то для получения корректного результата при расчете по формуле (1) следует соблюдать условие:

$$M_P^{HG} \cap M_P^{MD} \cap M_P^{LR} \cap M_P^{EX} = \emptyset. \quad (2)$$

Рассмотрим уравнения модели. Нечеткость переменных и коэффициентов, входящих в модель, будем отображать значком « \sim ».

Фонд времени работы оборудования рассчитаем по формуле:

$$\tilde{x}_{10} = \tilde{x}_{10 \min} + \left(\tilde{x}_{10 \max} - \tilde{x}_{10 \min} \right) \cdot \tilde{x}_4, \quad (3)$$

где $\tilde{x}_{10 \min}$, $\tilde{x}_{10 \max}$ — соответственно минимальный и максимальный фонд времени работы оборудования, часов.

В (3) величину $\tilde{x}_{10 \max}$ определим как число астрономических часов в году за вычетом времени на плановые и аварийные ремонты, а также на технологическое обслуживание оборудования. Именно наличие затрат времени на аварийные ремонты, а также неопределенность в величине затрат времени на технологическое обслуживание и обуславливает нечеткость $\tilde{x}_{10 \max}$. При построении функций принадлежности $\tilde{x}_{10 \max}$ не следует забывать, что максимальное значение его носителя не должно превышать число астрономических часов в году. Что касается переменной $\tilde{x}_{10 \min}$, ее величина отражает минимально возможный гарантированный фонд времени работы оборудования и определяется исходя из его текущего состояния.

Объем выпуска продукции с учетом влияния ПН ИСУ равен:

$$\tilde{y}_1 = \tilde{x}_{10}^* \cdot \tilde{x}_4 \cdot P_{\max} + K_{IS}^V \cdot \tilde{x}_3, \quad (4)$$

где \tilde{x}_{10}^* — удельная величина фонда времени работы оборудования; P_{\max} — максимальная (предельная) производственная мощность оборудования; K_{IS}^V — коэффициент влияния ПН ИСУ на объем выпуска продукции.

В (4) значения для носителя нечеткого множества, на котором определена переменная \tilde{x}_{10}^* , рассчитываются как отношение рассчитанного по формуле (3) нечеткого прогноза и максимально возможного четкого значения фонда времени работы оборудования ($x_{10 \max} = 8760$ часов).

Обратим внимание на то, что в (4) максимально возможная производственная мощность — вещественное (четкое) число. Влияние ПН ИСУ в (4) представлено аддитивной составляющей. На практике фактический фонд времени работы оборудования всегда меньше календарного фонда времени, а для четкого значения состояния основных фондов всегда выполняется условие $x_4 \leq 1$, поэтому такой способ учета влияния информационной составляющей не вносит погрешность в расчеты.

Норму расхода сырья и материалов \tilde{x}_9 , а также норму затрат труда \tilde{x}_{11} определим по формулам:

$$\tilde{x}_9 = \tilde{x}_{9 \max} - \tilde{x}_{9 \max} \cdot \left(K_{IS}^N \cdot \tilde{x}_3 + K_M \cdot \tilde{x}_5 + K_P \cdot \tilde{x}_6 + K_F \cdot \tilde{x}_{10} \right), \quad \text{т/т}, \quad (5)$$

$$\tilde{x}_{11} = \tilde{x}_{11 \max} - \tilde{x}_{11 \max} \cdot \left(K_{IS}^N \cdot \tilde{x}_3 + K_M \cdot \tilde{x}_5 + K_P \cdot \tilde{x}_6 + K_F \cdot \tilde{x}_{10} \right), \quad \text{чел-ч/т}, \quad (6)$$

где $\tilde{x}_{9\max}, \tilde{x}_{11\max}$ — предельные (максимально возможные) нормы затрат сырья, материалов и труда соответственно; \tilde{K}_{IS}^N — коэффициент влияния ПН ИСУ на вышеуказанные нормы; \tilde{K}_M — коэффициент влияния квалификации менеджеров на вышеуказанные нормы; \tilde{K}_F — коэффициент влияния фонда рабочего времени оборудования на вышеуказанные нормы.

Для учета влияния ПН ИСУ в (4)–(6) необходимо задать значение переменной \tilde{x}_3 . Так как степень влияния ПН ИСУ на нормы и связанные с ними показатели изначально неизвестна, для получения \tilde{x}_3 целесообразно привлечь экспертов. Каждый эксперт задает свою оценку в форме треугольного нечеткого числа, носитель которого лежит в диапазоне $[0; 1]$. Затем из группы оценок, полученных от экспертов, получаем среднюю оценку (см. пример в [1, с. 241]), которую используем в дальнейших расчетах.

Количество промышленно-производственного персонала зависит от плановой трудоемкости производственной программы, эффективного фонда времени работников и плановой выработки на одного человека [9]. Учитывая то, что плановая трудоемкость производственной программы прямо пропорциональна фонду времени работы оборудования, а также зависит от норм затрат труда, запишем формулу из [9] следующим образом:

$$\tilde{x}_{12} = \frac{\tilde{x}_{10} \cdot \tilde{x}_{11} \cdot \tilde{PW}}{\tilde{FT}}, \text{ чел.}, \quad (7)$$

где \tilde{FT} — эффективный фонд рабочего времени на одного работника, часов; \tilde{PW} — плановая выработка на одного работника, т/чел.

Теперь можем найти затраты на оплату труда:

$$\tilde{x}_{14} = \tilde{x}_7 \cdot \tilde{x}_{12}, \text{ грн.} \quad (8)$$

Затраты на сырье и материалы определяем через рассчитанные выше норму расхода сырья и материалов, а также объем выпуска продукции:

$$\tilde{x}_{13} = \tilde{x}_1 \cdot \tilde{x}_9 \cdot \tilde{y}_1, \text{ грн.} \quad (9)$$

Себестоимость продукции рассчитаем как сумму затрат на сырье, материалы и оплату труда:

$$\tilde{y}_2 = K_C \left(\tilde{x}_{13} + \tilde{x}_{14} \right), \text{ грн.}, \quad (10)$$

где K_C — корректирующий коэффициент, описанный выше.

Примем, что к концу года вся продукция, произведенная предприятием, полностью реализована. Тогда чистая прибыль составит:

$$\tilde{y}_3 = \tilde{y}_2 \cdot \tilde{R}, \text{ грн.}, \quad (11)$$

где \tilde{R} — плановая рентабельность продукции.

Моделирование произведем в описанной ниже последовательности.

На первом шаге определяем значения переменных модели без учета влияния ПН ИСУ: $x_s^0, s = 9, 14, y_p^0, p = 1, 4$, которые фиксируем для последующего использования. В качестве указанных значений используем данные ПАО «Алчевский металлургический комбинат» за 2010 год. Для расчета коэффициентов модели $\tilde{K}_M, \tilde{K}_F, \tilde{FT}, \tilde{PW}$ используем статистические данные за несколько лет работы предприятия.

В табл. 2 приведены диапазоны изменения и начальные значения для входных переменных модели. Для получения оценок, представленных в виде диапазона значений и

начальных значений, использовались данные ПАО «Алчевский металлургический комбинат» за 2006–2010 годы. Значения коэффициентов, входящих в формулы (3)–(7), приведены в табл. 3.

Таблица 2

Диапазоны изменения и начальные значения переменных модели

№ п/п	Переменная модели	Обозн.	Диапазон значений		Ед. изм.	Начальное значение
			min	max		
1	Средняя цена на сырье и материалы	x_1	1,0	1,5	тыс. грн.	1,0; 1,25; 1,5
2	Средняя цена реализации продукции	x_2	2,5	3,0	тыс. грн.	2,5; 2,8; 3,0
3	ПН ИСУ	x_3	0	1	–	0,15; 0,25; 0,4
4	Состояние основных фондов	x_4	0,5	0,7	–	0,5; 0,6; 0,7
5	Квалификация менеджеров	x_5	0,893	0,98	–	0,92; 0,95; 0,98
6	Квалификация промышленно-производственного персонала (ППП)	x_6	0,823	0,921	–	0,85; 0,9; 0,95
7	Средняя заработная плата ППП	x_7	1,5	3,7	тыс. грн.	3,7; 4,0; 4,5
8	Затраты на содержание ПН ИСУ	x_8	200	600	тыс. грн.	200; 500; 600
9	Максимально возможный фонд времени работы оборудования	x_{10max}	–	8760	часы	7884; 8332; 8760
10	Минимально возможный фонд времени работы оборудования	x_{10min}	7446	–	часы	7446; 7621; 7972
11	Максимальная производственная мощность оборудования	P_{max}	8	12	млн. т.	8; 10; 12

Таблица 3

Коэффициенты, входящие в уравнения модели

№ п/п	Коэффициент	Обозн.	Ед. изм.	Значение
1	Коэффициент влияния ПН ИСУ на объем выпуска продукции	\tilde{K}_{IS}^V	т	0; 0,001; 0,002
2	Коэффициент влияния ПН ИСУ на нормы расходы сырья и материалов и затрат труда	\tilde{K}_{IS}^N	-	0; 0,002; 0,005
3	Коэффициент влияния квалификации менеджеров на нормы расходы сырья и материалов и затрат труда	\tilde{K}_M	-	0,003; 0,01; 0,02
4	Коэффициент влияния величины фонда рабочего времени оборудования на нормы расходы сырья, материалов и затрат труда	\tilde{K}_F	-	0,005; 0,1; 0,15
5	Эффективный фонд рабочего времени на одного работника	\tilde{FT}	часы	1920; 1950; 1960
6	Выработка на одного работника	\tilde{PW}	т/чел	250; 290; 340

На втором шаге делаем расчет с учетом воздействия ПН ИСУ. В результате получаем новые значения переменных модели $\tilde{x}_s^1, s = \overline{9, 14}, \tilde{y}_p^1, p = \overline{1, 4}$.

Влияние ПН ИСУ на производственную систему и систему управления предприятия и ее эффективность оцениваем по приведенным ниже формулам.

Снижение норм расхода сырья, материалов и затрат труда:

$$\Delta \tilde{x}_9 = x_9^0 - \tilde{x}_9^1, \text{ т/т}, \quad (12)$$

$$\Delta \tilde{x}_{11} = x_{11}^0 - \tilde{x}_{11}^1, \text{ чел-ч/т}. \quad (13)$$

Увеличение объема выпуска продукции:

$$\Delta \tilde{y}_1 = \tilde{y}_1^1 - y_1^0, \text{ т}. \quad (14)$$

Снижение себестоимости продукции:

$$\Delta \tilde{y}_2 = y_2^0 - \tilde{y}_2^1, \text{ грн}. \quad (15)$$

Увеличение прибыли:

$$\Delta \tilde{y}_3 = \tilde{y}_3^1 - y_3^0, \text{ грн}. \quad (16)$$

Результаты расчетов по формулам (3)–(16) с использованием данных, приведенных в табл. 2, 3, отображены в табл. 4. Здесь обозначены: НЧ — нечеткое, Ч — четкое значение переменной.

Таблица 4

Результаты моделирования

Переменная	Ед. изм.	Значение без ПН ИСУ	Значение с ПН ИСУ		Отклонение
			НЧ	Ч	
1	2	3	4	5	6
x ₉	т/т	2,45	2,2; 2,4; 2,7	2,436	0,014
x ₁₀	час	7577,4	7770; 7792; 8343	8030	452,6
x ₁₁	чел-ч/т	6,6563	5,76; 5,96; 6,26	5,996	0,66
x ₁₂	чел.	12879	7015,69; 7069,30; 7122,82	7069,26	5809,74
x ₁₃	тыс. грн./т	2,6789	2,6243; 2,6433; 2,6631	2,6433	0,0356
x ₁₄	тыс. грн.	52930	28978,6; 28983,9; 28989,3	28983,9	23946,1
y ₁	млн. т	3,773	4,5457; 4,5505; 4,5553	4,5505	0,7775
y ₂	тыс. грн/т	2,939	2,767; 2,789; 2,811	2,789	0,150
y ₃	млрд. грн	10,564	12,740; 12,741; 12,742	12,741	2,177

Отклонения, приведенные в 6-й колонке табл.4, рассчитаны как разность между четкими значениями, приведенными в колонках 3 и 5.

Расчет экономии от внедрения (модернизации) ПН ИСУ произведем по формуле из [10], которая, при использовании принятых нами обозначений, имеет вид:

$$\tilde{E} = \left(\frac{\tilde{y}_1^1 - y_1^0}{y_1^0} \right) \cdot y_2^0 \cdot \tilde{R} + \left(\frac{y_2^0 - \tilde{y}_2^1}{100} \right) \cdot \tilde{y}_1^1, \quad (17)$$

где \tilde{R} — плановое значение рентабельности продукции.

При расчетах по формуле (17) примем следующее значение рентабельности

$$\tilde{R} = (0,00; 0,01; 0,10).$$

Расчет по формуле (17) с использованием данных табл.4 дает:

$$\tilde{E} = (28,51938; 28,51940; 28,51941) \approx 28,52 \text{ млн. грн.} \quad (18)$$

В (18) четкое значение экономии от использования ПН ИСУ получено путем дефазификации нечеткого значения методом центра тяжести [1].

Экономическую эффективность ПН ИСУ рассчитаем по формуле, приведенной в [11], приняв, что затраты на решение задачи нормирования расхода сырья и материалов и затрат труда до внедрения были много меньше затрат на внедрение указанной подсистемы, и, следовательно, ими можно пренебречь. В этом случае формула имеет вид:

$$\tilde{EE} = \frac{\tilde{y}_3^1 - \tilde{x}_8}{\tilde{y}_3^0}, \quad (19)$$

Расчет по формуле (19) с использованием данных табл. 2 и табл. 4 дает:

$$\tilde{EE} = (1,20591; 1,20602; 1,20615) \approx 1,21.$$

Полученные результаты показывают, что при внедрении ПН ИСУ на крупном промышленном предприятии, характеризующемся значительными объемами выпуска продукции, обеспечивается значительный экономический эффект. Безусловно, конечная экономия от ПН ИСУ и ее экономическая эффективность существенно зависят от значений коэффициентов, полученных с помощью экспертных оценок. Однако наличие введенной в модели нечеткости переменных и коэффициентов позволяет получать оценки для переменных на различных уровнях возможности (т. н. α -уровнях нечеткого множества), что дает возможность исследовать несколько возможных сценариев развития производственной и информационной систем в их взаимодействии. Полученные в результате расчетов нечеткие значения эффекта от внедрения подсистемы нормирования ИСУ и ее эффективности даже при минимальном, близком к нулю уровне возможности имеют положительные значения, которые доказывают целесообразность внедрения исследуемой подсистемы.

Таким образом, предложенная в статье нечеткая модель оценки эффективности позволяет получить оценку будущей эффективности подсистемы нормирования информационной системы управления в случае существенной неопределенности, например, на начальных этапах жизненного цикла ИСУ, когда будущие результаты сложно или невозможно получить в числовой форме.

Литература

1. Нечеткие модели и нейронные сети в анализе и управлении экономическими объектами: монография / [Ю. Г. Лысенко, Е. Е. Бизянов, А. Г. Хмелев и др.] ; под ред. чл.-кор. НАН Украины, д-ра экон. наук, проф. Ю. Г. Лысенко. — Донецк : Юго-Восток, 2012. — 388 с. — (Серия: «Жизнеспособные системы в экономике = Життєздатні системи в економіці»).
2. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат ; пер. с англ. — М. : БИНОМ; Лаборатория знаний, 2011. — 798 с. : ил. — (Серия «Адаптивные и интеллектуальные системы»).
3. Птускин А. С. Нечеткие модели и методы в менеджменте : учебное пособие / А. С. Птускин. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 216 с.
4. Ковальчук К. Ф. Оцінка ефективності інформаційно-інтелектуальних технологій : монографія / К. Ф. Ковальчук, Л. М. Бандоріна, Л. М. Савчук.— Дніпропетровськ : ІМА-прес, 2007. — 132 с.
5. Игнатьев М. Н. Нечетко-множественный подход к моделированию управления эффективностью затрат на корпоративные информационные системы в торговле : автореф. дисс. канд. экон. наук. : спец. 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» / М. Н. Игнатьев. — Иваново, 2007. — 19 с.
6. Борисов В. В. Нечеткие модели и сети / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов. — М. : Горная линия-Телеком, 2007. — 284 с. : ил.
7. Металлургия чугуна : учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / под редакцией Ю. С. Юсфина. — М. : ИКЦ «Академкнига», 2004. — 774 с. : ил.

8. Веснин В. Р. Практический менеджмент персонала: пособие по кадровой работе / В. Р. Веснин. — М. : Юристъ, 2001. — 496 с.
9. Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. С. Ф. Покропивного. — К. : КНЕУ, 2003. — 608 с. — Рос. мовою.
10. Методика определения экономической эффективности автоматизированных систем управления предприятиями и производственными объединениями / ГКНТ СССР. Госплан СССР. АН СССР. — М. : Статистика, 1979. — 62 с., ил.
11. Лысенко Ю. Г. Нейронные сети, применение и экономическая эффективность / Нове в економічній кібернетичі: зб. наук. ст. ; під загал. ред. Ю. Г. Лисенко; Донецький нац. ун-т. — Донецьк : «Юго-Восток», 2010. Випуск 4: Технології штучних нейронних мереж в економіці. — С. 58–69.