

УДК 005.8+681.3

Т.О. Заєць, Ю.П. Рак, д-р техн. наук, проф., О.Б. Зачко

ЕКСПЕРТИЗА ПРОЕКТІВ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЗАПОБІГАННЯ І РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ

Наведена методика експертної оцінки автоматизованих систем управління в сфері цивільного захисту щодо запобігання й реагування на надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру. Виділено факторні групи та факторні ознаки експертизи проектів.

Експертна оцінка проекту є однією з базових функцій управління проектом, що знаходиться поряд з управлінням предметною областю, тривалістю проекту, вартістю проекту. Для початку процесу оцінки проекту необхідно мати інформацію про масштаб предметної області проекту, опис продукції, стандарти і вимоги до якості продукції, послуг, інформації та реалізації технологічних процесів, документацію по системі якості. Проведення експертизи дозволяє детально проаналізувати проект, оцінити його ефективність, довести цінність інформаційних технологій, розглянути і зрозуміти зроблені помилки, щоб уникнути їх надалі. Окрім цього, експертиза дозволяє скоректувати стратегії розвитку і супроводу інформаційних технологій.

Експертиза проекту створення інформаційно-аналітичних систем передбачає проведення аналізу процедури управління проектом на етапі впровадження і включає вивчення всієї документації за проектом, інтерв'ювання експертів Замовника і Виконавця. Незалежний деталізований експертний висновок, показує:

- рівень відповідності досягнутих результатів цілям проекту;
- співвідношення між бюджетом проекту і об'ємом виконаних робіт;
- виниклі ризики проекту і дороги їх мінімізації.

При необхідності розробляється ряд заходів, які дозволяють понизити ризики проекту, у тому числі пов'язані з недоліками виконання робіт за проектом і підвищити ефективність інвестицій в проект розробки і впровадження інформаційної системи.

Інформатизація МНС України повинна спиратись на організовані соціально-економічні і науково-технічні процеси створення оптимальних умов для задоволення інформаційних потреб і реалізації прав громадян, органів державної влади, органів місцевого самоврядування, організацій, громадських об'єднань в сфері цивільного захисту на основі формування і використання інформаційних ресурсів. Основним завданням інформатизації МНС України є впровадження Єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру. Сучасний стан інформатизації сфери цивільного захисту частково розглядається в роботі [1].

Експертизу проектів інформатизації МНС України можна здійснювати на базі методики персональних експертних оцінок [2–6]. Для цього необхідно виділити критерії (факторні групи) по проектах інформатизації та факторні ознаки в кожній факторній групі. Нами виділено 11 факторних груп (таблиця 1–11), по яких можна проводити оцінку проектів інформатизації МНС України.

Таблиця 1 – Факторна група F_1 : Функціональність системи

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Оперативність формування інформації з можливістю відтворення в режимі реального часу (F_{11})	0	10
2	Оперативність автоматизованого доступу фахівців та аналітиків до віддалених робочих місць (F_{12})	0	10
3	Ефективність планування заходів з попередження та ліквідації наслідків НС (F_{13})	0	10
4	Експертна оцінка на основі використання БД, БЗ (F_{14})	0	10
5	Наявність необхідних ресурсів (сил і засобів) (F_{15})	0	10
6	Надійність Системи (F_{16})	0	10
7	Користувацький інтерфейс Системи (F_{17})	0	10
8	Ступінь взаємодії Системи з міжнародними організаціями (F_{18})	0	10
9	Відповідність Системи нормативно-правовим актам, постановам, законодавству (F_{19})	0	10
10	Рівень захищеності Системи (F_{10})	0	10
Загальна кількість балів		0	100

Таблиця 2 – Факторна група F_2 : Вироблення нового виду продукції

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Новизна в рамках регіону (F_{21})	0	15
2	Новизна в рамках України (F_{22})	0	20
3	Новизна в рамках країн СНД (F_{23})	0	25
4	Новизна в рамках світу (F_{24})	0	40
Загальна кількість балів		0	100

Таблиця 3 – Факторна група F_3 : Покращення якості продукції

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Продукція, що випускається, відповідає кращим аналогам регіону (F_{31})	0	10
2	Продукція, що випускається, відповідає кращим аналогам України (F_{32})	0	15
3	Продукція, що випускається, відповідає кращим аналогам країн СНД (F_{33})	0	15
4	Продукція, що випускається, перевищує характеристики аналогів України і країн СНД (F_{34})	0	30
5	Продукція, що випускається, відповідає кращим аналогам ведучих країн світу (F_{35})	0	30
Загальна кількість балів		0	100

Таблиця 4 – Факторна група F_4 : Збільшення обсягу виробництва

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Рівень забезпечення ринку регіону (F_{41})	0	15
2	Рівень забезпечення ринку України (F_{42})	0	20
3	Рівень забезпечення ринку країн СНД (F_{43})	0	25
4	Рівень забезпечення країн світу (F_{44})	0	40
Загальна кількість балів		0	100

Таблиця 5 – Факторна група F_5 : Покращення умов праці

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Збільшення кількості робочих місць (F_{51})	0	10
2	Зменшення частки важкої фізичної праці (F_{52})	0	15
3	Зменшення частки ручної праці (F_{53})	0	10
4	Зменшення частки шкідливого виробництва (F_{54})	0	15
5	Підвищення кваліфікації персоналу (F_{55})	0	10
6	Підвищення безпеки праці (F_{56})	0	20
7	Надання нових виробничих послуг (F_{57})	0	10
8	Збільшення обсягів виробничих послуг (F_{58})	0	10
Загальна кількість балів		0	100

Таблиця 6 – Факторна група F_6 : Покращення умов побуту

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Зростання обсягів послуг, що надаються (F_{61})	0	35
2	Надання послуг нового виду (F_{62})	0	25
3	Покращення житлових умов (F_{63})	0	40
Загальна кількість балів		0	100

Таблиця 7 – Факторна група F_7 : Покращення стану оточуючого середовища

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Зменшення забрудненого стану оточуючого середовища (F_{71})	0	15
2	Утилізація відходів (F_{72})	0	10
3	Переробка відходів (F_{73})	0	10
4	Створення безвідходного виробництва (F_{74})	0	20
5	Випуск екологічно чистої продукції (F_{75})	0	20
6	Впровадження екологічно чистої технології (F_{76})	0	25
Загальна кількість балів		0	100

Таблиця 8 – Факторна група F_8 : Економія енергоресурсів

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Економія електроенергії (F_{81})	0	25
2	Економія вугілля (F_{82})	0	10
3	Економія нафтопродуктів (F_{83})	0	25
4	Економія газу (F_{84})	0	25
5	Економія торфу, дров тощо (F_{85})	0	15
Загальна кількість балів		0	100

 Таблиця 9 – Факторна група F_9 : Економія матеріалів по постачальникам (виробникам)

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Економія матеріалів від регіональних постачальників (F_{91})	0	15
2	Економія матеріалів від постачальників України (F_{92})	0	15
3	Економія матеріалів від постачальників країн СНД (F_{93})	0	30
4	Економія матеріалів від постачальників передових країн світу (F_{94})	0	40
Загальна кількість балів		0	100

 Таблиця 10 – Факторна група F_{10} : Зменшення амортизації устаткування

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Зменшення амортизації устаткування від регіональних постачальників (F_{101})	0	15
2	Зменшення амортизації устаткування від постачальників із України (F_{102})	0	15
3	Зменшення амортизації устаткування від постачальників із країн СНД (F_{103})	0	30
4	Зменшення амортизації устаткування від постачальників із передових країн (F_{104})	0	40
Загальна кількість балів		0	100

 Таблиця 11 – Факторна група F_{11} : Збільшення продуктивності праці

№ з/п	Фактори	Бали	
		від (min)	до (max)
1	Збільшення продуктивності праці від впровадження механізації виробництва (F_{111})	0	30
2	Збільшення продуктивності праці від впровадження автоматизації виробництва (F_{112})	0	50
3	Збільшення продуктивності праці від зменшення чисельності працівників (F_{113})	0	20
Загальна кількість балів		0	100

У таблицях 1–11 наведені факторні ознаки (фактори) по кожній з груп і кількість балів, які проставляють експерти по кожному з факторів. Загальна кількість балів по факторній групі не може перевищувати 100 балів. До проведення експертизи можна залучити n експертів. Кожен експерт проставляє бали по факторах у кожній з визначених факторних груп F_1 – F_{11} згідно таблиць 1–11.

У таблиці 12 вказана структура відомості експертних оцінок якісних факторів F_{11} – F_{113} по 11 факторних групах, визначених у таблицях 1–11.

Таблиця 12

Експерти	Факторні групи		
	F_{11}	...	F_{113}
1			
2			
3			
...			
n			

Критерієм ефективності проекту інформатизації по кожному з факторів є середні факторні оцінки \bar{F}_{ij} по кожній з факторних груп, що розраховані за формулою:

$$\bar{F}_{ij} = \sum_{k=1}^n \frac{\bar{F}_{ijk}}{n}, \quad (1)$$

де i – номер факторної групи;
 j – номер фактора в факторній групі;
 k – номер експерта;
 n – кількість експертів;

\bar{F}_{ijk} – оцінка k -го експерта по фактору j -му фактору в i -й факторній групі.

Після розрахунку середніх факторних оцінок необхідно розрахувати середнє по факторній групі \bar{F}_s , що характеризує ефективність функціонування проектів інформатизації по факторній групі, за формулою:

$$\bar{F}_s = \sum_{m=1}^p \bar{F}_{sm}, \quad (2)$$

де s – номер факторної групи;
 m – номер фактора в факторній групі;
 p – кількість факторів в факторній групі;

\bar{F}_{sm} – середня факторна оцінка по m -му фактору в s -й факторній групі.

За умови, що середнє значення по кожній з факторних груп \bar{F}_s є не нижче 70 балів вважається, що проект відповідає вимогам.

Методи персональних експертних оцінок базуються на використанні рангової кореляції. Під ранговою кореляцією розуміють статистичний зв'язок між порядковими змінними. Цей зв'язок повинен аналізуватись на підставі рядів вхідних статистичних даних, впорядкованих згідно певних якісних факторних ознак. Ряд впорядковується за спаданням ступеня прояву факторів, які вивчаються. Рангом факторної ознаки називається її місце в цьому ряді.

Для виміру ступеня тісноти зв'язку між двома будь-якими аналізованими ранжуваннями, що відображають висновки експертів, можна використовувати рангові коефіцієнти Спірмена і Кендалла [7–9, 13].

Ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена розраховується за такою формулою:

$$\tau_{ij}^{(s)} = 1 - \frac{6}{n^3 - n} \sum_{i=1}^n (x_i^{(k)} - x_i^{(j)})^2 = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n d_i^2, \quad (3)$$

де n – число об'єктів (факторів, показників), що ранжуються;

$x_i^{(k)}$ – ранг i -го об'єкта, встановлений k -м експертом;

$x_i^{(j)}$ – ранг i -го об'єкта, встановлений j -м експертом;

d_i – різниця між рангами i -го об'єкта, вказаними двома експертами.

За допомогою цього коефіцієнту вимірюється щільність зв'язку між ранжуваннями двох експертів за формулами:

$$X^{(k)} = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)}), \quad (4)$$

$$X^{(j)} = (x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_n^{(j)}). \quad (5)$$

Для співпадаючих суджень або думок експертів (тобто при $x_i^{(k)} = x_i^{(j)}$ для усіх $i = 1, 2, \dots, n$) $\tau_{ij}^{(s)} = 1$, а для протилежних $\tau_{ij}^{(s)} = -1$. В усіх останніх випадках $|\tau_{ij}^{(s)}| < 1$.

Слід зазначити, що для змістовної інтерпретації рангових коефіцієнтів кореляції можна використовувати відому таблицю Чедока (таблиця 13).

Таблиця 13 – Таблиця Чедока

Величина коефіцієнта кореляції	0,1–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	0,7–0,9	0,9–1,0
Ступінь узгодженості думок експертів	слабка	помірна	помітна	висока	дуже висока

Ранговий коефіцієнт кореляції Кендалла розраховується за такою формулою:

$$\tau_{kj}^{(k)} = 1 - \frac{4V(X^{(k)}, X^{(j)})}{n(n-1)} = \frac{4I(X^{(k)}, X^{(j)})}{n(n-1)}, \quad (6)$$

де $V(X^{(k)}, X^{(j)})$ – мінімальне число обмінів сусідніх елементів послідовності $X^{(j)}$, необхідне для приведення її до упорядкування $X^{(k)}$;

$I(X^{(k)}, X^{(j)})$ – число інверсій, яке характеризує кількість розташованих в неоднаковому порядку пар елементів послідовностей $X^{(k)}$ і $X^{(j)}$.

Число інверсій вводиться для спрощення підрахунку мінімального числа обмінів $V(X^{(k)}, X^{(j)})$. При цьому ранжовані об'єкти перенумеровуються у порядку, який визначається рангами послідовності $X^{(k)}$. Тоді аналізовані ранжування $X^{(k)}$ та $X^{(j)}$ перетворюються до наступного виду:

$$\widehat{X}^{(k)} = (1, 2, \dots, n); \quad (7)$$

$$\widehat{X}^{(j)} = (\widehat{x}_1^{(j)}, \widehat{x}_2^{(j)}, \dots, \widehat{x}_n^{(j)}). \quad (8)$$

Для цих ранжувань число інверсій не змінюється і визначається за такою формулою:

$$I(X^{(k)}, X^{(j)}) \equiv I(\widehat{X}^{(k)}, \widehat{X}^{(j)}) = \sum_{q=1}^{n-1} \sum_{l=q+1}^n v_{ql}^{(j,k)}. \quad (9)$$

Ранговий коефіцієнт кореляції Кендалла змінюється у діапазоні від -1 до $+1$. Для змістовної інтерпретації цього коефіцієнта можна використати таблицю 13.

Слід зазначити, що при розрахунках розглянутих парних коефіцієнтів рангової кореляції між ними існує наступне співвідношення: $\tau^{(s)} \approx 1,5\tau^{(k)}$.

Для оцінки ступеню узгодженості думок п'яти експертів слід використовувати коефіцієнт конкордації, значення якого розраховується за такою формулою:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12}{m^2(n^3 - n)} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m x_i^{(j)} - \frac{m(n+1)}{2} \right)^2, \quad (10)$$

де m – кількість експертів;

n – кількість об'єктів ранжування;

$x_i^{(j)}$ – ранг i -го об'єкта, встановлений j -м експертом.

Коефіцієнт конкордації має такі властивості: $0 \leq W \leq 1$; $W = 1$, тоді і тільки тоді, коли думки усіх m експертів співпадають між собою.

Для змістовної інтерпретації цього коефіцієнта можна використовувати таблицю 4.

Якщо коефіцієнт конкордації свідчить про тісний зв'язок експертних оцінок, то агрегація (узагальнення) експертних суджень може відбуватися за наступними напрямками:

- 1) «істинне» упорядкування досліджуваних об'єктів визначається у результаті порівняння сумарних рангів, які приписуються кожному об'єкту;
- 2) «присудження» місць об'єктам здійснюються за «більшістю голосів», поданих за конкретний об'єкт;
- 3) впорядкування об'єктів здійснюється з використанням коефіцієнтів вагомості об'єктів:

$$K_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_i^{(j)}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i^{(j)}}, \quad (11)$$

де K_i – коефіцієнт вагомості i -го об'єкта.

Коефіцієнти вагомості повинні задовольняти умову: $\sum_{i=1}^n K_i = 1$.

Розрахований коефіцієнт конкордації говорить про ступінь узгодженості думок n експертів.

Висновок.

Наведена в статті методика експертної оцінки дає можливість оперувати фактами при обґрунтуванні інвестицій в дорогих і критично важливих проектах стосовно впровадження з подальшим удосконаленням Єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004, 2005, 2006 та 2007 роках. – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/annual_report/2008/.
2. Орлов А.И. Прикладная статистика: Учебник. – М.: Экзамен, 2006. – 671 с.
3. Орлов А.И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений. – М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2005. – 496 с.
4. Шмерлинг Д.С., Дубровский С.А., Аржанова Т.Д., Френкел А.А. Экспертные оценки. Методы и применения (Обзор) // Уч. Зап. по статистике, т. 29. Статистические методы анализа экспертных оценок. – М.: Наука, 1977. – С. 290–382.

5. Фишберн Р. Теория полезности для принятия решений / Пер. с англ. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
6. Добров Г.М. и др. Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании. – К.: Наукова Думка, 1974. – ГОСТ 23554.0–79; ГОСТ 23554.1–79; ГОСТ 23554.2–81 (Экспертные оценки качества промышленной продукции. – М.: Изд. «Стандарты», 1979–1982 гг.)
7. Пфанцагль И. Теория измерений / Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 248 с.
8. Фишберн, Таргерсон, Экенроде, Нойтенгейл и др. Статистическое измерение качественных характеристик / Пер. с англ. – М.: Статистика, 1972. – 173 с.
9. Канеман Д., Словик П., Тверский А. Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения. – Харьков: Гумм. Центр, 2005. – 632 с.
10. Орлов А.А. Теория принятия решений. – М.: Экзамен, 2006. – 573 с.
11. Подиновский В.В. Методы принятия решений. Теория и методы многокритериальных решений: Хрестоматия. – М.: ГУ-ВШЭ, 2005. – 242 с.
12. Пригарина Т.А., Чеботарев П.А., Шмерлинг Д.С. Парные сравнения (аналитический обзор) // Научно-техническая информация. Сер. 2. Инф. процессы и системы. – 1996. – № 2. – С. 20–25, 32.
13. Кулаковская Т.Е., Наумова Н.И. Некоторые методы нестатистического анализа социологических и экспертных оценок / В кн.: Математические методы в социально-экономических исследованиях. Сб. научн. тр. Под ред. С.М. Ермакова и Б.В. Меласа. – СПб: Петрополис, 1996. С. 79–99.
14. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование: Методы наглядного представления данных / Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 254 с. (обстоятельное руководство по шкалированию).
15. Кендэл М. Ранговые корреляции / Пер. с англ. – М.: Статистика, 1975. – 216 с.
16. ГОСТ 23554.2–81. Экспертные оценки качества промышленной продукции. Обработка значений экспертных оценок качества продукции / Изд.офиц. – М.: Изд. Стандартов, 1982. – 64 с.

