

load category, which means these oblasts induce lowest stresses on regional water resources among other regions of Ukraine, and outsiders are Dnipropetrovsk, Donetsk, and Kherson regions.

REFERENCES

1. The 'Sustainable Development Goals: Ukraine' 2017 national baseline report / Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine, 2017, URL: http://sdg.org.ua/images/SDGs_NationalReportEN_Web.pdf
2. Sustainable Development Analysis: Global and Regional Contexts / International Council for Science (ICSU) and others; Scientific Supervisor of the Project M. Zgurovsky. K. : Igor Sikorsky KPI, 2017. Part 2. Ukraine in Sustainable Development Indicators (2016–2017). 72 p. ISBN 978-966-622-857-7
- 3 Statistical publication "Regions of Ukraine 2019", Part I, edited by I. Verner, State Statistics Service of Ukraine, Kyiv, 2019.
4. Statistical Yearbook "Environment of Ukraine 2018", edited by O. Prokopenko, State Statistics Service of Ukraine, Kyiv, 2019.
5. National report on the state of the environment in Ukraine in 2015 / Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Kyiv, Ukraine, 2017, 308 p., [In Ukrainian].

ОЦІНКА СКЛАДЕНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Бугаєва Л. М., Безносик Ю. О.

ОЦЕНКА СОСТАВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бугаева Л. Н., Безносик Ю. А.

ASSESSMENT OF COMPOSITIONAL ENVIRONMENTAL RISK OF TECHNOLOGICAL MANUFACTURING

Bugaieva L., Beznosyk Yu.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
bugaeva_l@ukr.net

В роботі представлено ієрархічну модель складеного екологічного ризику хіміко-технологічного виробництва і визначенні величини цього ризику. Для оцінки складного ризику запропоновано методика із використанням методу аналізу ієрархій та теорії нечітких множин. За допомогою цієї методики було проведено оцінку екологічного ризику виробництва сірчаної кислоти.

Ключові слова: ієрархічна модель, оцінка ризику, метод попарних порівнянь, метод аналізу ієрархій, теорія нечітких множин

В работе представлена иерархическая модель составного экологического риска химико-технологического производства и определения величины этого риска. Для оценки сложного риска предложена методика с использованием метода анализа иерархий и теории нечетких множеств. С помощью этой методики была проведена оценка экологического риска производства серной кислоты.

Ключевые слова: иерархическая модель, оценка риска, метод парных сравнений, метод анализа иерархий, теория нечетких множеств

The paper presents a hierarchical model of the composite environmental risk of chemical engineering production and determining the magnitude of this risk. To assess complex risk, a technique is proposed using the method of hierarchy analysis and the theory of fuzzy sets. Using this technique, the environmental risk of sulfuric acid production was assessed.

Keywords: *hierarchical model, risk assessment, method of paired comparisons, method of analysis hierarchies, the theory of fuzzy sets*

ВСТУП

Кожна складна технологічна система може включати різні елементи ризику з невизначеними джерелами й величинами. При цьому імовірності різних складових ризику можуть бути визначені нечітко, й тому, на наш погляд, для оцінки ризику може бути доцільним використання нечіткої логіки. Підхід на основі нечітких множин знайшов широке застосовування у техніці, в медичній діагностиці, аналізі надійності і в багатьох інших задачах, де присутня невизначеність. При нечіткому оцінюванні складові ризику розглядаються, як терми лінгвістичних змінних: "дуже високий", "високий", "дуже низький", "низький" та ін.

Складові елементи ризику пропонується визначати двома факторами: ступенем та важливістю. Для представлення лінгвістичних змінних (фазифікація) в роботі використовуються трикутні (TFN) або трапецевидні (ZFN) терми [1,2]. Для визначення чисельної оцінки ризику при заданих ступенях та важливості елементів ризику на стадії дефазифікації використовується центроїдний метод [2,3]. Розроблена загальна структурна модель складеного ризику, яка використовує метод аналізу ієрархії (АНР - *Analytical hierarchy process*) для визначення матриці пріоритетів (ваг) для різних елементів ризику. На базі розробленої моделі для оцінки ризику пропонується триступінчаста процедура оцінки. Розроблена методологія застосовується для дослідження виробництва сірчаної кислоти, але може бути пристосована для будь-якої реальної задачі оцінки багатокомпонентного ризику.

ОЦІНКА СКЛАДОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РИЗИКУ

Елементи ризику можуть бути розділені на різні лінгвістичні класи. В роботі [2] запропоновано систему ранжирування ступеня та значимості ризику за 11 рівнями, що представлена у таблиці 1.

Таблиця 1. Лінгвістична класифікація ступеню та значимості ризику та відповідні їм трикутні нечіткі числа (TFN)

Рівень ранжирування (l)	Якісне позначення для ступеня ризику (r)	Якісне позначення для значимості ризику (i)	Трикутні нечіткі числа (TFN)
1	Абсолютно низький	Абсолютно незначимий	(0,0; 0,0; 0,1)
2	Екстремально низький	Екстремально незначимий	(0,0; 0,1; 0,2)
3	Дуже низький	Дуже незначимий	(0,1; 0,2; 0,3)
4	Низький	Незначимий	(0,2; 0,3; 0,4)
5	Середній низький	Середній незначимий	(0,3; 0,4; 0,5)
6	Нормальний	Нормальний	(0,4; 0,5; 0,6)
7	Середній високий	Середній значимий	(0,5; 0,6; 0,7)
8	Високий	Значимий	(0,6; 0,7; 0,8)
9	Дуже високий	Дуже значимий	(0,7; 0,8; 0,9)
10	Екстремально високий	Екстремально значимий	(0,8; 0,9; 1,0)
11	Абсолютно високий	Абсолютно значимий	(0,9; 1,0; 1,0)

Визначені у таблиці масштаби можуть бути модифіковані, наприклад, на базі рекомендацій експертів із використанням методу Делфі.

Щоб визначити ризик даного ступеню й значимості, ці два фактори мають бути помножені:

$$\text{Ризик} = \text{ступінь ризику} \times \text{значимість ризику}.$$

Оскільки ступінь та значимість ризику визначаються відповідно функціями приналежності μ_{Nr} та μ_{Ni} , то для визначення добутку ступеня та значимості використовується нечітка математика. Для визначення ризику на стадії дефазифікації нами використовувався центроїдний метод [1], де:

$$g(r,i) = \frac{\int_a^b x \mu_{Nr \otimes Ni}(x) dx}{\int_a^b \mu_{Nr \otimes Ni}(x) dx}$$

де $g(r,i)$ – фактор ризику для даного ступеня ризику i важливості (представляє центроїду нечітких чисел, отриману множенням двох TFN), a і b – нижня та верхня границя інтеграла, відповідно.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ СКЛАДЕНОГО РИЗИКУ

Запропонована методологія представляє покрокову процедуру, що використовує поняття нечітких множин та аналіз ієрархій, щоб оцінити складений або кумулятивний екологічний ризик. Методологія використовується для виробництва сірчаної кислоти контактним методом з використанням в якості сировини FeS_2 [4], який спалюють в печах з киплячим шаром. Модель складеного ризику включає екологічні ризики та ризики для людського здоров'я.

На рис.1 представлено модель ієрархічної структури складеного ризику, що включає два головних елементи - екологічний ризик (X_1) і ризик для здоров'я людини (X_2) на другому рівні елементів ризику. Кожен елемент другого рівня поділяється далі на два елементи першого рівня, наприклад екологічний ризик розділений на еко-токсикологічний ризик (X_{11}) та еко-матеріальний ризик (X_{12}), і аналогічно ризик здоров'я людини розділений на токсикологічний (X_{21}) і (X_{22}) пов'язаний з безпекою ризик. Елементи першого рівня далі розділені на основні елементи ризику, наприклад еко-токсикологічний ризик розділений на екологічний ризик, пов'язаний з газовими викидами оксидів SO_2 , SO_3 та краплин сірчаної кислоти H_2SO_4 (X_{111}), пов'язаний з важкими металами (X_{112}) і іншими викидами (X_{113}). Еко-матеріальний ризик розділений на закислення водоймищ (X_{121}), подавлення росту та загибель рослинності (X_{122}) і пилоподібну природу відходів, що можуть викликати дихальні проблеми тварин (X_{123}). Так само елемент токсичності людського здоров'я на першому рівні розділений на три основних елементи ризику: вдихання працівниками випарів сірчаного ангідриду (X_{211}), канцерогенний вплив випарів, що мають в складі важкі метали (X_{212}) і споживання риби та плодів рослин (X_{213}). Ризик людського здоров'я, пов'язаний з проблемами безпеки, розділений на аварійні викиди (X_{221}) і нормальний режим експлуатації (X_{222}).

Складений екологічний ризик може бути визначений із застосуванням ієрархічної моделі ризику, представленої на рис.1, за одинадцятьма бальною шкалою. Для кожного елемента ризику X_{kji} ($i = 1, 2, \dots, n(k, j)$); ($j = 1, 2$) і ($k = 1, 2$), можуть використовуватися ваги $W1(k, j, i)$, що можуть бути визначені із використанням АНР.

Параметри триступінчастої моделі екологічного ризику відвантаження відходів наведені в табл.2.

Як відомо, аналіз ієрархій використовується для рішення задач багатокритеріального аналізу. Згідно цього методу парні порівняння елементів ризику на кожному рівні ієрархії розміщуються в зворотно-симетричній матриці [5-8]. Зводячи матрицю в ступінь досить великої величини, а потім підсумовуючи по рядах і нормалізуючи, одержуємо вектор пріоритетів W .

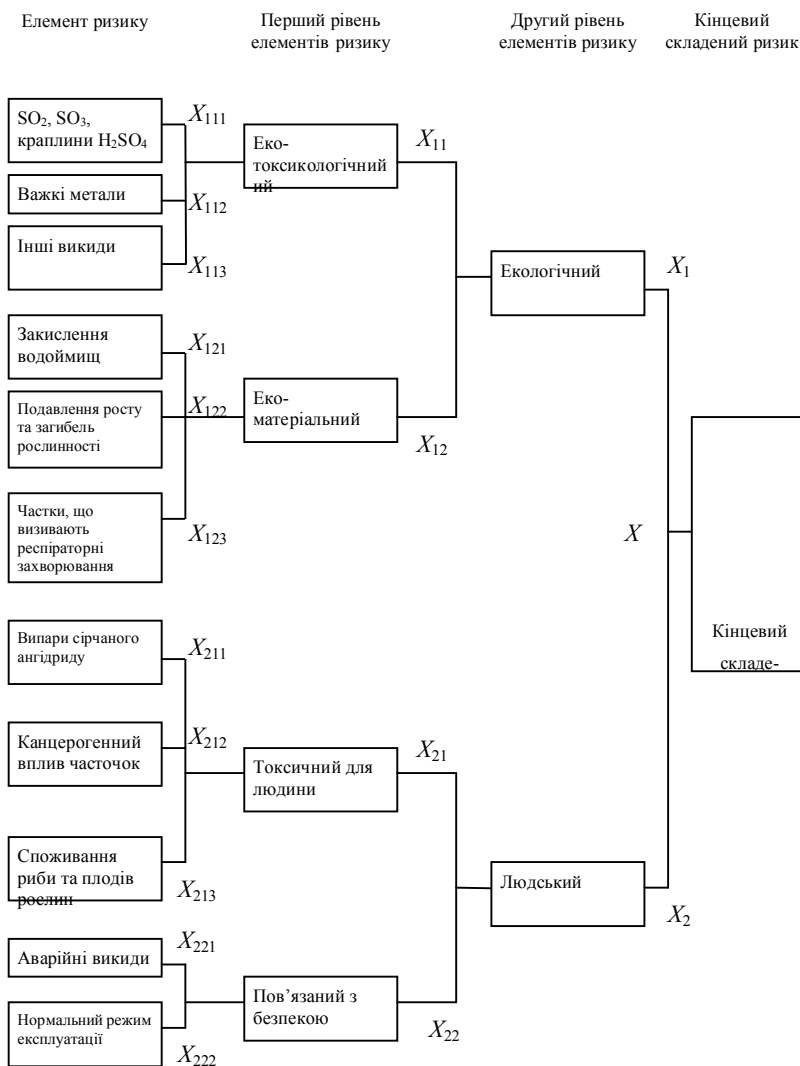


Рис.1. Модель ієрархічної структури складеного ризику для виробництва сірчаної кислоти

Таблиця 2. Трьохступінчата структурна модель для екологічного ризику відвантаження відходів

Другий рівень елементів	Перший рівень елементів	Елемент ризику	$W3(k)$	$W2(k,j)$	$W1(k,j,i)$	r	i	$g(r,i)$
X_1			$W3(1)$					
	X_{11}			$W2(1,1)$				
		X_{111}			$W1(1,1,1)$	r_{111}	i_{111}	$g(r_{111}, i_{111})$
		X_{112}			$W1(1,1,2)$	r_{112}	i_{112}	$g(r_{112}, i_{112})$
		X_{113}			$W1(1,1,3)$	r_{113}	i_{113}	$g(r_{113}, i_{113})$
	X_{12}			$W2(1,2)$				
		X_{121}			$W1(1,2,1)$	r_{121}	i_{121}	$g(r_{121}, i_{121})$

СТАЛИЙ РОЗВИТОК РЕГІОНІВ

		X_{122}			$W1(1,2,2)$	r_{122}	i_{122}	$g(r_{122}, i_{122})$
		X_{123}			$W1(1,2,3)$	r_{123}	i_{123}	$g(r_{123}, i_{123})$
X_2			$W3(2)$					
	X_{21}			$W2(2,1)$				
		X_{211}			$W1(2,1,1)$	r_{211}	i_{211}	$g(r_{211}, i_{211})$
		X_{212}			$W1(2,1,2)$	r_{212}	i_{212}	$g(r_{212}, i_{212})$
		X_{213}			$W1(2,1,3)$	r_{213}	i_{213}	$g(r_{213}, i_{213})$
	X_{22}			$W2(2,2)$				
		X_{221}			$W1(2,2,1)$	r_{221}	i_{221}	$g(r_{221}, i_{221})$
		X_{222}			$W1(2,2,2)$	r_{222}	i_{222}	$g(r_{222}, i_{222})$

В нашому випадку треба скласти сім зворотно-симетричних матриць попарних порівнянь. Для цього потрібно порівняти елементи ризику нижчого рівня ієрархії попарно по силі їх впливу на елемент ризику вищого рівня ієрархії. Потім ці числа слід помістити в матрицю і знайти власний вектор з найбільшим власним значенням одним з можливих способів. Зазначимо, що прийнято складати матриці порівнянь, починаючи з найвищого рівня ієрархії.

Таблиця 2а. Порівняння впливу елементів ризику X_1 та X_2 на ризик X

X	X_1	X_2
X_1	1	0,5
X_2	2	1

Таблиця 2б. Порівняння впливу елементів ризику X_{11} та X_{12} на ризик X_1

X_1	X_{11}	X_{12}
X_{11}	1	1,5
X_{12}	1/1,5	1

Таблиця 2в. Порівняння впливу елементів ризику X_{11} та X_{12} на ризик X_2

X_2	X_{21}	X_{22}
X_{21}	1	1,5
X_{22}	1/1,5	1

Таблиця 2г. Порівняння впливу елементів ризику X_{111} , X_{112} та X_{113} на ризик X_{11}

X_{11}	X_{111}	X_{112}	X_{113}
X_{111}	1	0,9	3,3
X_{112}	1/0,9	1	4
X_{113}	1/3,3	1/4	1

Таблиця 2д. Порівняння впливу елементів ризику X_{121} , X_{122} та X_{123} на ризик X_{12}

X_{12}	X_{121}	X_{122}	X_{123}
X_{121}	1	2,1	2,0
X_{122}	1/2,1	1	1,3
X_{123}	1/2,0	1/1,3	1

Таблиця 2е. Порівняння впливу елементів ризику X_{211} , X_{212} та X_{213} на ризик X_{21}

X_{21}	X_{211}	X_{212}	X_{213}
X_{211}	1	2,1	2,0
X_{212}	1/2,1	1	1,3
X_{213}	1/2,0	1/1,3	1

Таблиця 2ж. Порівняння впливу елементів ризику X_{221} та X_{222} на ризик X_{22}

X_{22}	X_{221}	X_{222}
X_{221}	1	0,5
X_{222}	2	1

Далі з цих матриць можна отримати вектори пріоритетів. В роботі [5] рекомендовано для цих векторів використовувати значення середніх геометричних по рядках. Результати збігаються з власним вектором для $n \leq 3$. Для випадку виробництва сірчаної кислоти матриця може бути вирішена обчисленням середніх геометричних. Таблиця 3 містить ваги для різних елементів моделі ризику, представленої на рис.1, виробництва сірчаної кислоти.

Таблиця 3. Ваги, отримані методом аналізу ієрархії (АНР) з векторів пріоритетів

Визначення	$W3(k)$	$W2(k, j)$	$W1(k, j, i)$	Значення
Екологічний ризик	$W3(1)$			0,333
Еко-токсикологічний ризик		$W2(1,1)$		0,600
SO ₂ , SO ₃ , краплини H ₂ SO ₄			$W1(1,1,1)$	0,416
Важкі метали			$W1(1,1,2)$	0,458
Інші викиди			$W1(1,1,3)$	0,126
Еко-матеріальний ризик		$W2(1,2)$		0,400
Закислення водоймищ			$W1(1,2,1)$	0,498
Подавлення росту та загибель рослинності			$W1(1,2,2)$	0,285
Частки, що викликають респіраторні захворювання			$W1(1,2,3)$	0,218
Людський ризик	$W3(2)$			0,667
Токсикологічний вплив на людину		$W2(2,1)$		0,600
Випари сірчаного ангідриду			$W1(2,1,1)$	0,498
Канцерогенний вплив часточок			$W1(2,1,2)$	0,285
Споживання риби та плодів рослин			$W1(2,1,3)$	0,217
Пов'язані з безпекою людського здоров'я		$W2(2,2)$		0,400
Аварійні викиди			$W1(2,2,1)$	0,333
Нормальний режим експлуатації			$W1(2,2,2)$	0,667

ОЦІНКА СКЛАДЕНОГО РИЗИКУ

Оцінка складеного ризику виконується з використанням триступінчастої процедури.

На підставі рекомендацій експертів визначаються ступінь та значимість ризику r та i . Для оцінки ризику використовується лінгвістична змінна, що має значення "надзвичайно низький", "дуже низький", "низький", "нормальний", "високий", "дуже

високий" і "надзвичайно високий", відповідно $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6$, і L_7 . Для кожного елемента ризику та значень $g(r, i)$, що наведені в табл.4., знаходять значення функцій приналежності, та отримують оцінку ризику для елементів першого рівня (табл.5).

Таблиця 4. Повний набір елементів ризику

Елемент ризику	r	i	$g(r, i)$
X_{111}	3	5	0,0850
X_{112}	3	6	0,1050
X_{113}	1	4	0,0128
X_{121}	3	5	0,0850
X_{122}	2	3	0,0250
X_{123}	2	2	0,0150
X_{211}	2	7	0,0650
X_{212}	3	7	0,1250
X_{213}	2	5	0,0450
X_{221}	3	6	0,1050
X_{222}	2	5	0,0450

Для кожного $g(r, i)$ може бути оцінена функція приналежності $\mu_{Li}(x)$ для термів ($L_1 - L_7$), наприклад для елемента ризику X_{112} складений ризик $g(3,6)$ дорівнює 0,105. Значення функції приналежності $\mu_{Li}(x)$ для 0,105 рівні: $L_1 = 0,37, L_2 = 0,63$ і $L_3 - L_7 = 0,00$. Аналогічно можна отримати значення функцій приналежності для X_{111} і X_{113} . Тому матриця нечіткої оцінки елементу ризику X_{11} буде мати вигляд:

$$F(X_{11}) = \begin{bmatrix} 0,49 & 0,51 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,37 & 0,63 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \\ 0,92 & 0,08 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix} \begin{matrix} X_{111} \\ X_{112} \\ X_{113} \end{matrix}$$

Аналогічно матриці нечіткої оцінки $F(X_{12}), F(X_{21})$ і $F(X_{22})$ можна сформулювати для відповідних елементів X_{12}, X_{21} і X_{22} . Тепер оцінка складеного екологічного ризику першої стадії може бути отримана для елемента X_{11} в такий спосіб:

$$[S(1,1,1), \dots, S(1,1,7)]_{1 \times 7} = [W1(1,1,1), W1(1,1,2), W1(1,1,3)]_{1 \times 3} \otimes F(X_{11})_{3 \times 7},$$

де $S(1,1,n) = \sum_{i=1}^3 W1(1,1,i) \otimes L(r_{11ib}, i_{11ib}, n), n = 1, 2, \dots, 7.$

Тому, $S1(1,1) = [S(1,1,1), S(1,1,2), \dots, S(1,1,7)]$ може бути позначений як вектор складеного екологічного ризику першої стадії для елемента X_{11} . Аналогічно $S1(1,2), S1(2,1)$, і $S1(2,2)$ - вектори складеного екологічного ризику першої стадії для елементів першого рівня, X_{12}, X_{21} і X_{22} , відповідно (табл.5).

Далі на другій стадії проводиться оцінка ризику елементів другого рівня. Для X_1 :

$$[S(1,1), \dots, S(1,7)]_{1 \times 7} = [W2(1,1), W2(1,2)]_{1 \times 2} \otimes \begin{bmatrix} S1(1,1) \\ S1(1,2) \end{bmatrix}_{2 \times 7},$$

$$\text{де } S2(1) = [S(1,1), S(1,2), \dots, S(1,7)] \text{ та } S2(1,n) = \sum_{j=1}^2 W2(1,j) \otimes S2(1,j, n), n = 1, 2, \dots, 7.$$

Оцінка на третій стадії для X наступна:

$$[S(1), S(2), \dots, S(7)]_{1 \times 7} = [W3(1), W3(2)]_{1 \times 2} \otimes \begin{bmatrix} S2(1) \\ S2(2) \end{bmatrix}_{2 \times 7},$$

де $S3(n) = [S(1), S(2), \dots, S(7)]$.

Оцінка кінцевого складеного екологічного ризику (X) може бути дефазифікована використовуючи вираз (3) для методу центроїди [1] в такий спосіб:

$$\text{Кінцевий складений ризик} = R = \sum_{n=1}^7 L_{\sigma}(n) \otimes S3(n)$$

Після чого на третій стадії отримуємо кінцевий складений ризик ($R = 0,104$). Результати обчислень по стадіях представлено у таблиці 5.

ВИСНОВКИ

В результаті дослідження було розроблено методологію оцінки складеного екологічного ризику. Запропоновано трьохрівневу модель ризику. Для оцінки матриці ваг елементів ризику використовувався метод аналізу ієрархії. Оцінка ризику визначалась як добуток ступеня ризику (r) та значимості (i). Для оцінювання ризику використовувалися лінгвістичні змінні, що описувалися трикутними функціями приналежності. Розглянуту методологію застосовано для оцінки екологічного ризику виробництва сірчаної кислоти. Для більш повного аналізу в ієрархічну структуру моделі складеного ризику можуть бути включені фінансові, соціальні та ін. ризики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lee H. M. Applying fuzzy set theory to evaluate the rate of aggregative risk in software development // *Fuzzy Sets and Systems*. – 1996. – 79. – p. 323–336.
2. Sadiq R., Husain T. A fuzzy methodology for an aggregative environmental risk assessment: a case study of drilling waste // *Environmental Modelling & Software*. – 2005. – 20. – p. 33 – 46.
3. Yager R. R. A general class of fuzzy connectives // *Fuzzy Sets and Systems*. – 1980. – 4. – p. 235–242.
4. Амелин А. Г. Технология серной кислоты. – М.: Химия. – 1971. – 496 с.
5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь. – 1993. – 320 с.
6. Бугаєва, Л. М., Бойко, Т. В., Безносик, Ю. О. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів: підручник. Київ, Інтерсервіс, 2017, 254.
7. Бугаєва Л.М., Безносик Ю.О., Статюха Г.О. Системний аналіз хіміко-технологічних комплексів. Навчальний посібник, гриф МОН. Київ, Політехніка, 2014. – 132 с
8. Демидовський Р.Ю., Безносик Ю. О., Статюха Г. О. Оцінка ефективності процесів знешкодження газових викидів з використанням нечіткої логіки. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2010, № 6/6 (48). – с. 66-73.

Таблиця 5. Одержання оцінки складеного екологічного ризику

Елемент ризику	Елементи	$g(r,i)$	$W1()$	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7
X_{111}	$F(X_{111})$	0,085	0,416	0,49	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{112}	$F(X_{112})$	0,105	0,458	0,37	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{113}	$F(X_{113})$	0,012	0,126	0,92	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{121}	$F(X_{121})$	0,085	0,498	0,49	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{122}	$F(X_{122})$	0,025	0,285	0,85	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{123}	$F(X_{123})$	0,015	0,218	0,91	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{211}	$F(X_{211})$	0,065	0,498	0,61	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{212}	$F(X_{212})$	0,125	0,285	0,25	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{213}	$F(X_{213})$	0,045	0,217	0,73	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{221}	$F(X_{221})$	0,105	0,333	0,37	0,63	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{222}	$F(X_{222})$	0,045	0,667	0,73	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Рівень I	Елементи		$W2()$	$S1(k,j,1)$	$S1(k,j,2)$	$S1(k,j,3)$	$S1(k,j,4)$	$S1(k,j,5)$	$S1(k,j,6)$	$S1(k,j,7)$
X_{11}	$S1(1,1,n)$		0,600	0,49	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{12}	$S1(1,2,n)$		0,400	0,68	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{21}	$S1(2,1,n)$		0,600	0,53	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_{22}	$S1(2,2,n)$		0,400	0,61	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Рівень II	Елементи		$W3()$	$S2(k,1)$	$S2(k,2)$	$S2(k,3)$	$S2(k,4)$	$S2(k,5)$	$S2(k,6)$	$S2(k,7)$
X_1	$S2(1, n)$		0,333	0,57	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
X_2	$S2(2, n)$		0,667	0,56	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Складени й ризик	Елементи			$S3(1)$	$S3(2)$	$S3(3)$	$S3(4)$	$S3(5)$	$S3(6)$	$S3(7)$
X	$S3(n)$			0,57	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Центроїд и	$L_G(n)$			0,056	0,167	0,333	0,500	0,667	0,833	0,944
Ризик	R			0,104						