

вивести на значні результати, важливі для оцінки майбутніх ризиків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Корецький С.Л., Мазур О.А., Молдованов М.І. Оцінка ефективності систем підтримки прийняття рішень в умовах економічної кризи // Аудитор України, 2009, №7-8, с. 51-54.
2. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. М. Мир, 1982, 488 с.
3. Вітлінський В. В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком. К. КНЕУ, 2000, 292 с.
4. Лук'янова В. В. Економічний ризик. К. Академ. видав., 2007, 464 с.
5. Колмыкова Т.С. Инвестиционный анализ. М. ИНФРА-М, 2009, 204 с.

Надійшла 21.10.2010

УДК 331:330.46

НЕЧІТКЕ ОЦІНЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТРУДОВИХ ОПЕРАЦІЙ

К.В. ГОРБАТЮК

Хмельницький національний університет

У статті розглянуто методику нечіткого оцінювання значень тривалості елементів операцій на робочому місці шляхом аналізу статистичних даних хронометражних спостережень та виконання арифметичних операцій над нечіткими числами. Наведено приклад застосування цієї методики для встановлення нечітких норм штучного, штучно-калькуляційного часу та норми виробітку.

Аналіз передового досвіду розвинених країн показує, що регулювання на рівні держави з упровадженням науково-обґрунтованих методик удосконалення нормування праці дає позитивний ефект та дає можливість забезпечити високі темпи економічного зростання. Економічна ситуація в Україні на сьогоднішній день демонструє перші позитивні зрушення у даному напрямку [1]. Для закріплення позитивних тенденцій в економіці й забезпечення надійного фундаменту інтеграції до світової економіки необхідною є програма серйозних досліджень у галузі нормування праці з використанням математичних методів і моделей для забезпечення точності встановлених норм праці.

Формування інтервалів можливих значень норм праці, а також параметрів, що на них впливають, відбувається під впливом набору статистичних даних про витрати часу, трудомісткість виконання робіт тощо. У даному випадку виникають дві проблеми: одна пов'язана з отриманням самих статистичних даних, а інша – з їх обробкою. При цьому, просте перенесення математико-статистичних методів, розроблених для інших наук, є некоректним [2]. Виникає необхідність враховування специфіки даної предметної області. Визначення нормативної величини допущеного відхилення від норми праці, норми трудомісткості, запланованого обсягу виробництва пов'язане з отриманням оцінки центрального значення величини (середньої, моди, медіани тощо) та оцінки відхилення від центрального значення (дисперсії, стандартного відхилення тощо). Для розв'язання таких задач найбільш доцільним є використання стійких (робастних) оцінок [2].

Аналіз розвитку теорії нечітких множин засвідчив, що методи теорії нечітких множин знаходять все більше застосування в економічних дослідженнях. Досягнення більшої адекватності опису інформації, що містить невизначеність, у складних динамічних системах, якими і є виробничі системи, є можливим, зокрема, на підґрунті застосування понять теорії нечітких множин разом з імовірнісними поняттями. Застосуємо методи теорії нечітких множин до процедури аналізу даних хронометражних спостережень, а саме: спробуємо використати процедури виконання алгебраїчних операцій над нечіткими числами [3].

Розглянемо приклад проведених хронометражних спостережень за тривалістю елементів операцій на одному робочому місці за одну зміну (табл. 1) [4]. Дані хронометражних спостережень визнаються сталими, оскільки коефіцієнти сталості K_{cm} не перевищують допустимі значення для даного типу виробництва.

Статистичні показники, розраховані за кожним хронорядом, дають параметри для нечіткого опису кожного елементу операції (табл. 2). Існує можливість для побудови нечітких значень для кожної тривалості у вигляді як трикутного нечіткого числа, так і у вигляді трапецієподібного нечіткого числа. Так, для побудови трикутного числа можна взяти мінімальне, середнє та максимальне значення тривалості кожного елементу, а для побудови трапецієподібної функції належності – мінімальне, максимальне значення і межі ентропійного інтервалу для середнього.

Таблиця 1. Дані спостережень за тривалістю трудових операцій

Номер спостереження	Тривалість елементу операції, с				
	Взяти заготовку, установити та закріпити	Увімкнути верстат, відвести інструмент	Обточити деталь на один прохід	Відвести інструмент, зупинити оберти	Розкріпити, зняти, відкласти
1	9	3	103	4	5
2	10	5	102	3	6
3	7	4	115	5	7
4	11	3	118	4	5
5	14	4	121	6	9
6	8	5	136	4	7
7	12	7	139	6	6
8	11	6	110	5	10
9	13	4	128	4	8
10	8	5	125	6	6
K_{cm}	2	2,33	1,36	2	2

Таблиця 2. Статистичні оцінки за даними хронорядів

Елемент операції	Взяти заготовку, установити та закріпити	Увімкнути верстат, відвести інструмент	Обточити деталь на один прохід	Відвести інструмент, зупинити оберти	Розкріпити, зняти, відкласти
Позначення тривалості елемента	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
Мінімальне значення	7	3	102	3	5
Середнє значення	10,47	4,74	121,61	4,78	7,05
Максимальне значення	14	7	139	6	10
Нижня межа ентропійного інтервалу	8,89	3,97	113,97	4,00	5,97
Верхня межа ентропійного інтервалу	12,03	5,51	129,21	5,45	8,14

Застосувавши розроблені процедури бутстрепізації, побудови ентропійного інтервалу та пошуку середнього значення за вибірками малого обсягу, оскільки обсяг отриманих хронорядів за кожним елементом операції є малим, можна будувати нечіткі оцінки характеристик трудових процесів.

Для опису тривалості елементів операцій через трикутні нечіткі числа скористаємось записом α – рівневих множин для кожного елемента i для рівнів α (табл. 3): 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1.

Таблиця 3. Трикутні нечіткі числа, що характеризують тривалості елементів операції

Значення α -рівня	Позначення тривалості елемента операції, с									
	T_1		T_2		T_3		T_4		T_5	
0	7,000	14,000	3,000	7,000	102,000	139,000	3,000	6,000	5,000	10,000
0,25	7,868	13,118	3,435	6,435	106,903	134,653	3,445	5,695	5,513	9,263
0,5	8,735	12,235	3,870	5,870	111,805	130,305	3,890	5,390	6,025	8,525
0,75	9,603	11,353	4,305	5,305	116,708	125,958	4,335	5,085	6,538	7,788
1	10,470	10,470	4,740	4,740	121,610	121,610	4,780	4,780	7,050	7,050

Також отримаємо запис α – рівневих множин для тривалості кожного елемента технологічної операції, якщо нечіткі числа матимуть трапецієподібний вигляд (табл. 4).

Таблиця 4. Трапецієподібні нечіткі числа, що характеризують тривалості елементів операції

Значення α -рівня	Позначення тривалості елементу операції, с									
	T_1		T_2		T_3		T_4		T_5	
0	7,00	13,51	3,00	6,63	102,00	136,55	3,00	5,86	5,00	9,54
0,25	7,47	13,02	3,24	6,26	104,99	134,11	3,25	5,73	5,24	9,07
0,5	7,95	12,52	3,49	5,88	107,99	131,66	3,50	5,59	5,49	8,61
0,75	8,42	12,03	3,73	5,51	110,98	129,21	3,75	5,45	5,73	8,14
1	8,89	8,89	3,97	3,97	113,97	113,97	4,00	4,00	5,97	5,97

Для нечіткої тривалості елементу «Обточити деталь на один прохід» графічно зобразимо відповідні функції належності (рис 1.).

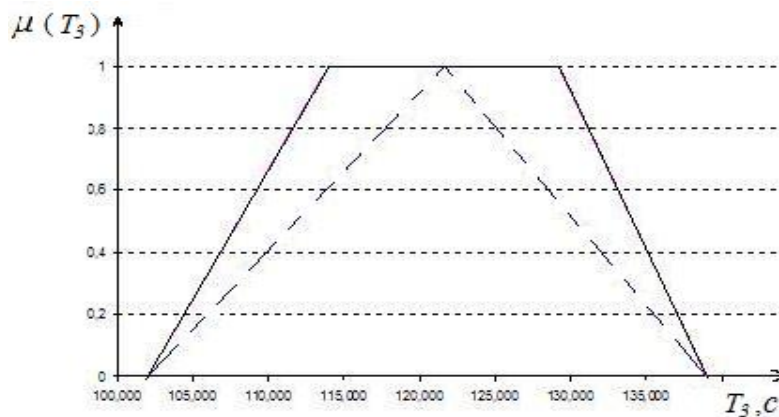


Рис. 1. Функції належності тривалості елементу T_3

Використовуючи отримані нечіткі тривалості кожного елементу даної операції, визначимо за допомогою операцій над нечіткими числами нечітке значення тривалості виконання всієї операції T . Послідовно знайдемо суми описаних вище нечітких чисел, спочатку для трикутних функцій належності, а потім для трапецієподібних функцій. Результати нечітких розрахунків узагальнимо в табл. 5, 6 та надамо графічне зображення результуючої функції належності для функцій належності двох згаданих форм: трикутної і трапеції (рис. 2).

Таблиця 5. Результати розрахунку тривалості виконання всієї операції за трикутними функціями належності

Значення α -рівня	Позначення тривалості елементу операції, с							
	$T_1 + T_2$		$T_3 + T_4$		$T_1 + T_2 + T_3 + T_4$		$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$	
0	10,00	21,00	105,00	145,00	115,00	166,00	120,00	176,00
0,25	11,30	19,55	110,35	140,35	121,65	159,90	127,16	169,16
0,5	12,61	18,11	115,70	135,70	128,30	153,80	134,33	162,33
0,75	13,91	16,66	121,04	131,04	134,95	147,70	141,49	155,49
1	15,21	15,21	126,39	126,39	141,60	141,60	148,65	148,65

Таблиця 6. Результати розрахунку тривалості виконання всієї операції за трапецієподібними функціями належності

Значення α -рівня	Позначення тривалості елементу операції, с							
	$T_1 + T_2$		$T_3 + T_4$		$T_1 + T_2 + T_3 + T_4$		$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$	
0	10,00	21,00	105,00	145,00	115,00	166,00	120,00	176,00
0,25	10,72	20,14	108,24	142,42	118,96	162,55	124,20	172,09
0,5	11,43	19,27	111,49	139,83	122,92	159,10	128,40	168,17
0,75	12,15	18,41	114,73	137,25	126,87	155,65	132,60	164,26
1	12,86	17,54	117,97	134,66	130,83	152,20	136,80	160,34

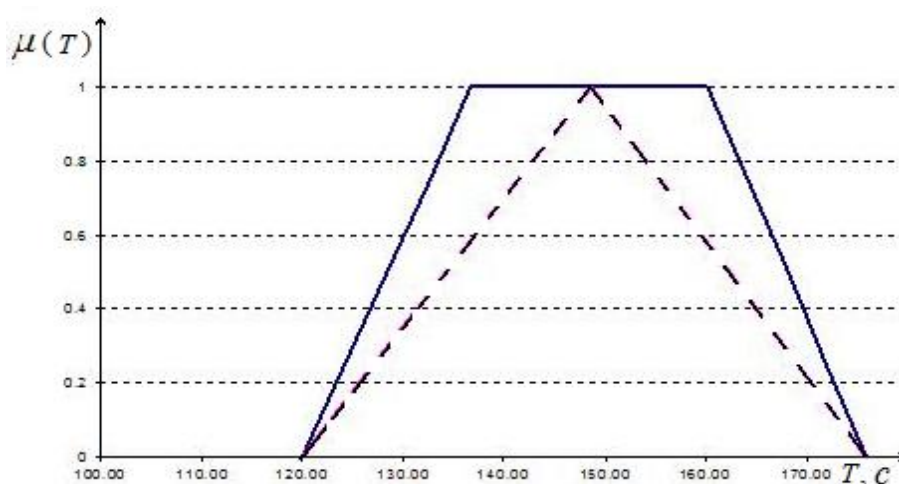


Рис. 2. Функції належності тривалості всієї операції

З графіків функцій належності результуючих показників видно, що при виконанні операції додавання форма результуючої функції належності співпадає з формою функції належності доданків, а інтервал носія нечіткого числа, що визначає тривалість всієї технологічної операції, не залежить від форми функції належності.

Різниця між отриманими результатами полягає в їх інтерпретації в кожному конкретному випадку. Так, для трапецієподібних функцій певний інтервал усередині носія має більший ступінь можливості, функція належності в ньому є максимальною.

Отже, отримаємо нечітку тривалість виконання всієї операції відповідно у вигляді трикутного числа та трапецієподібного числа: $\bar{t}_{on} = (120 / 148,65 / 176)$ або $\bar{t}_{on} = (120 / 136,8 / 160,34 / 176)$ с.

Нечітка норма штучного часу обчислюється за формулою [4]: $\bar{t}_{um} = \bar{t}_{on} \left(1 + \frac{K}{100} \right)$, де $K = 8\%$.

Тоді $\bar{t}_{um} = (120 / 148,65 / 176) \cdot 1,08 = (129 / 160,54 / 190,08)$ с

$$\text{або } \bar{t}_{ум} = (120 / 136,8 / 160,34 / 176) \cdot 1,08 = (129,6 / 147,74 / 173,17 / 190,08) \text{ с.}$$

Норма штучно-калькуляційного часу обчислюється за формулою: $t_{ум.к.} = t_{ум} + \frac{T_{нз}}{n}$,

де у даному прикладі $T_{нз} = 5$ хв, а кількість операцій $n = 10$.

А нечітка норма штучно-калькуляційного часу може бути отримана таким чином:

$$\bar{t}_{ум.к.} = \bar{t}_{ум} + \frac{T_{нз}}{n} = (159,6 / 190,54 / 220,08) \text{ с}$$

$$\text{або } \bar{t}_{ум.к.} = \bar{t}_{ум} + \frac{T_{нз}}{n} = (159,6 / 177,74 / 203,17 / 220,08) \text{ с.}$$

Обчислимо також нечітку норму виробітку за восьмигодинну зміну:

$$\bar{H}_{вир} = \frac{T_{зм}}{\bar{t}_{ум.к.}} = \frac{28800}{(159,6 / 190,54 / 220,08)} = (130,86 / 151,15 / 180,45) \text{ шт.}$$

Таким чином, ми отримали нечітке значення норми виробітку, у межах якого фактичний виробіток за робочу зміну можна вважати задовільним. В свою чергу, норми часу та чисельності з відхиленнями, а також витрати на виробництво відповідно до цих норм, є саме тією нормативною базою, яку необхідно створювати. Крім того, в умовах ринкових відносин характеристики часу з можливими відхиленнями стають основою управління якістю продукції, а удосконалення існуючих методів і моделей у нормуванні праці шляхом включення до опису параметрів трудових процесів нечіткої складової є перспективним напрямом подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Козлитинова И. А. Основные направления совершенствования нормирования труда в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / И. А. Козлитинова. – Республика Беларусь : Исполнительный комитет СНГ, 1999-2007. – Режим доступа до журн. : <http://www.cis.minsk.by>
2. Горбатюк Е. В. Экономико-математические модели в нормировании труда : [монография] / Т. П. Завгородняя, Е. В. Горбатюк. – Хмельницкий : НВП «Еврика» ТОВ, 2001. – 212 с.
3. Алтунин А. Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях : монография / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
4. Капінос Г. І. Системи нормування в управлінні виробничою діяльністю : навчальний посібник / Г. І. Капінос, І. В. Бабій. – Хмельницький : ХДУ, 2004. – 163 с.

Надійшла 21.10.2010