

УДК 519.766

*Ю.І.Моголівець, студентка гр. ВВ-81мп
КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

СПОСОБИ ВРАХУВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПРИ ЗСТОСУВАННІ ШКАЛИ З НЕЧІТКОЮ ЛІНГВІСТИЧНОЮ ЗМІННОЮ

Анотація. В роботі розглянуто способи врахування невизначеності вимірювання при застосуванні шкали з нечіткою лінгвістичною змінною при одноразових і багаторазових вимірюваннях. Для демонстрації використано систему вимірювання параметрів мікроклімату промислових та житлових приміщень з класифікацією рівня відповідності санітарним нормам.

Ключові слова: нечітка лінгвістична змінна, невизначеність вимірювання.

ВСТУП

В інтелектуальних вимірювальних системах з поданням результатів вимірювання у вигляді нечітких класифікованих даних використовуються шкали з нечіткою лінгвістичною змінною [1]. При побудові таких шкал повинні враховуватись похибки вимірювального каналу, що впливають на функції приналежності (ФП) терм-множини лінгвістичної змінної (ЛЗ). Так, як такі системи можуть бути орієнтовані і на одноразові, і на багаторазові вимірювання окремих параметрів є необхідність в аналізі способів врахування похибки вимірювального каналу при формуванні кінцевого результату вимірювання. В даній роботі як об'єкт дослідження обрано систему визначення ступеня відповідності певних параметрів мікроклімату значенням, наведеним в санітарних нормах на житлові та промислові приміщення та класифікації приміщень за рівнем відповідності. До складу системи повинні входити вимірювальні канали параметрів мікроклімату (температури, вологості, швидкості руху повітря, тощо), блок відтворення шкали класифікації з нечіткою лінгвістичною змінною (ЛЗ), нечіткий класифікатор(НК), що визначає ступінь відповідності кожного з параметрів окремим термам шкали і система правил, що дозволяє об'єднати класифіковані дані для отримання інтегральної характеристики відповідності приміщення за окремими параметрами [2].

ПОБУДОВА ШКАЛИ КЛАСИФІКАЦІЇ

Для побудови одновимірних шкал класифікації температури та вологості не завжди підходять впорядковані лінгвістичні шкали (наприклад: «низька», «середня», «висока») тому, що найбільш сприятливим умовам відповідають найчастіше середні значення температури та вологості [2]. Тому, невпорядкованою терм-множиною ЛЗ «температура» обрано: T_1 «недопустимо низька», T_2 «допустимо низька», T_3 «оптимальна», T_4 «допустимо висока», T_5 «недопустимо висока». Так як результати вимірювання параметрів супроводжуються невизначеністю вимірювання, це може бути причиною розсіювання класифікованих даних.

В санітарних нормах на промислові та житлові приміщення наведені чіткі границі температур, що відповідають наведеній вище терм-множині лінгвістичної змінної [3]. Але, якщо враховувати похибку вимірювання

температури і скористатись для цього трапецієподібними і трикутними функціями приналежності, то шкала класифікації набуває вигляду рис.1. Тоді матриця відповідності шкали може бути представлена в табл.1, де в комірках матриці розташовано імовірності правильного і неправильного віднесення результату вимірювання температури до певного класу еквівалентності. Дані отримано розрахунком за площами функції приналежності.

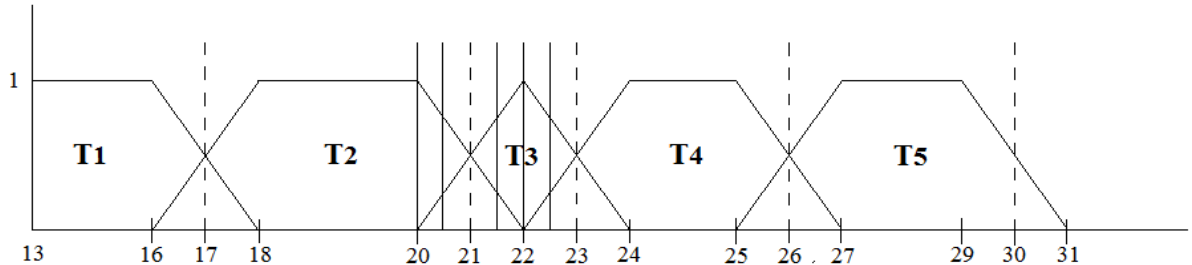


Рисунок 1. Шкала класифікації температури

Таблиця 1. МАТРИЦЯ ВІДПОВІДНОСТІ ШКАЛИ КЛАСИФІКАЦІЇ

№ n/n	Терм ЛЗ (T_i) $t_{il} \div t_{ih} (^\circ\text{C})$	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
1	13÷17	0,94	0,06	0	0	0
2	17÷21	0,06	0,88	0,06	0	0
3	21÷23	0	0,12	0,76	0,12	0
4	23÷26	0	0	0,08	0,84	0,08
5	26÷30	0	0	0	0,06	0,94

Таблиця 2. ОБЕРНЕНА МАТРИЦЯ ШКАЛИ КЛАСИФІКАЦІЇ

№ n/n	T_i T_i'	T_1'	T_2'	T_3'	T_4'	T_5'
1	T_1	0,94	0,06	0	0	0
2	T_2	0,06	0,82	0,12	0	0
3	T_3	0	0,07	0,84	0,09	0
4	T_4	0	0	0,12	0,82	0,06
5	T_5	0	0	0	0,06	0,94

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИ ОДНОРАЗОВИХ ВИМІРЮВАННЯХ

Якщо НК визначає клас еквівалентності за максимумом перерізу – то при одноразовому вимірюванні ми отримуємо клас еквівалентності, тобто результат вимірювання буде відповідати чіткій класифікації. Але в цьому випадку не враховується невизначеність вимірювання. Для врахування невизначеності вимірювання може бути використана обернена матриця класифікації. У табл.2 наведено обернену матрицю відповідності шкали для отримання результату

нечіткої класифікації T_i' з урахуванням невизначеності вимірювання при визначенні терма класифікації T_i за максимумом перерізу. Обернену матрицю отримують з матриці відповідності (табл.2) заміною рядків на стовбці.

Наприклад, якщо в результаті чіткої класифікації отримано віднесення результату вимірювання до класу еквівалентності T_2 , то з урахуванням похибки вимірювання результат стає нечітким, а саме $T_1'|0,06; T_2'|0,82; T_3'|0,12$. Тобто, при застосуванні оберненої матриці шкали враховується розсіювання, спричинене похибкою вимірювання при довільному розташуванні результату вимірювання в межах класу еквівалентності.

При одноразовому вимірюванні може бути використаний алгоритм роботи НК з визначенням перерізу за всіма класами еквівалентності. Тоді обернена матриця не використовується.

Перший алгоритм з використанням оберненої матриці відповідає результату класифікації при довільному розташуванні результату вимірювання в області визначення конкретного терму. Другий алгоритм забезпечує результат класифікації за певним результатом вимірювання. Тому, якщо є можливість його реалізації, то він є кращим за вимог визначення результатів класифікації.

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ РЕЗУЛЬТАТУ КЛАСИФІКАЦІЇ ПРИ БАГАТОРАЗОВИХ ВИМІРЮВАННЯХ

При багаторазовому вимірюванні і використанні алгоритму за максимумом перерізу отримуємо сукупність класів еквівалентності, що характеризує розсіювання результатів вимірювання температури в приміщенні без урахування невизначеності вимірювання. Для врахування невизначеності вимірювання можна скористатись оберненою матрицею шкали та за добутком ймовірностей відношення до термів матриці і ступеня приналежності нечіткого результату багаторазового вимірювання отримати кінцевий результат, що враховує і розсіювання результатів і невизначеність вимірювання.

Таблиця 3. Результати моделювання способів отримання класифікованих даних за багаторазовими вимірюваннями температури в приміщенні

№	Результати вимірювання температури, °C	20	20,5	20,5	21,5	21,5	22	22	22	22,5	22,5
1	Результати класифікації за максимумом перерізу	T_2	T_2	T_2	T_3	T_3	T_3	T_3	T_3	T_3	T_3
2	Результати класифікації за перерізом з усіма класами еквівалентності	$T_2 1$	$T_2 0,75$ $T_3 0,25$	$T_2 0,75$ $T_3 0,25$	$T_3 0,75$ $T_2 0,25$	$T_3 0,75$ $T_2 0,25$	$T_3 1$	$T_3 1$	$T_3 1$	$T_3 0,75$ $T_4 0,25$	$T_3 0,75$ $T_4 0,25$

Якщо при багаторазовому вимірюванні використовується НК з отриманням значень ступенів приналежності за всіма класами еквівалентності, то за отриманими нечіткими результатами треба побудувати узагальнену ФП результату багаторазового вимірювання температури. В таблиці 3 наведено результати моделювання.

Так, за результатами вимірювання, що наведені в першому рядку табл.3 нечіткий результат вимірювання, що характеризує розсіювання температури в приміщенні: $T_2|0,3$; $T_3|0,7$.

За композицією (добутком) нечіткого результату вимірювання з оберненою матрицею шкали (табл.2) отримуємо: $T_2'|0,32$; $T_3'|0,54$; $T_4'|0,14$.

При побудові узагальненої ФП отримано за результатами класифікації (за другим рядком табл.3) отримуємо: $T_2|0,3$; $T_3|0,6$; $T_4|0,1$.

Після цього, результати вимірювань окремих параметрів (температури, вологості повітря, швидкості повітря, тощо) об'єднуються для оцінки відповідності приміщення встановленим нормам.

ВИСНОВКИ

При використанні шкал з нечіткою лінгвістичною змінною повинні враховуватись похибки вимірювального каналу, які впливають на нечіткість функцій приналежності окремих термів лінгвістичної змінної. В роботі наведено приклад вимірювального каналу температури системи класифікації рівня відповідності параметрів мікроклімату житлових та промислових приміщень.

Розглянуто особливості побудови одновимірних шкал класифікації температури та вологості з урахуванням невизначеності вимірювання, вплив якої продемонстровано на матрицях відповідності шкали класифікації за умов довільного розташування результату вимірювання в області визначення окремого терму шкали класифікації.

На наочних прикладах розглянуто способи отримання результату класифікації при одноразових і багаторазових вимірюваннях температури при різних алгоритмах роботи нечіткого класифікатора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Конышева Л.К., Назаров Д.М. «Основы теории нечётких множеств»: Учебное пособие. – Спб: Питер, 2011-192с.
- [2] Пегат А. «Нечёткое моделирование и управление» / пер. с англ.–М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009-789с.
- [3] Державні будівельні норми України. «Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Набрання чинності від 01.01.2014]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 140с.

Наук. керівник – канд., доц., проф. Яремчук Н.А.