

Яремчук Н.А., Семенюк Р.С.

Яремчук Н.А., Семенюк Р.С.

Yaremchuk N.A., Semeniuk R.S.

Опрацювання вербальних даних при побудові контрольних карт
Обработка вербальных данных при построении контрольных карт
Working out verbal data for constructing control cards

Розглянуто питання опрацювання вербальних вибірок проявів властивостей, що мають відношення еквівалентності і порядку, тобто відповідають шкалі впорядкованих класів еквівалентності або шкалі квазіпорядку. Для визначення шкали класифікації стану об'єкта за вибірками використане відношення домінування між вибірками, характеристику центральної тенденції (за медіаною або емулятором середнього арифметичного вибірки) та характеристику розсіювання вибірки. Отримана шкала класифікації стану об'єкта за вербальними вибірками може бути використана при побудові контрольних карт стабільності і рівня якості технологічних процесів.

Рассмотрены вопросы разработки вербальных выборок проявлений свойств, имеющих отношения эквивалентности и порядка, то есть соответствующих шкале упорядоченных классов эквивалентности или шкале квазипорядка. Для определения шкалы классификации состояния объекта по выборкам использовано отношение доминирования между выборками, характеристику центральной тенденции (за медианой или эмулятором среднего арифметического выборки) и характеристику рассеивания выборки. Полученная шкала классификации состояния объекта за вербальными выборками может быть использована при построении контрольных карт стабильности и уровня качества технологических процессов.

The questions of processing of verbal samples of manifestations of properties that are related to equivalence and order, that is, correspond to the scale of ordered equivalence classes or quasi-order scale. To determine the scale of classification of the object's status by sampling, the relation of dominance between the samples, the characteristic of the central tendency (by the median or emulator of the average arithmetic sample) and the characteristic of the sample dispersion, which are valid for the ordinal quantities, are used. Samples that remain indistinguishable by the above criteria, are united into one class of equivalence, corresponding to a certain state of the object or the quality level. The obtained classification scale of the object's state by verbal sampling can be used when constructing control maps of stability and the level of quality of technological processes.

Ключові слова: вербальні дані, шкала квазіпорядку, шкала класифікації, контрольні карти

Ключевые слова: вербальные данные, шкала квазипорядка, шкала классификации, контрольные карты.

Key words: verbal data, quasi-order scale, scale of classification, control charts.

Вступ

Одним з сучасних напрямів розвитку теорії вимірювань є вимірювання ординальних величин, які за [1] визначаються у відповідності з домовленою процедурою вимірювання, для яких може бути встановлено загальне відношення порядку серед інших однорідних величин у відповідності з їх розміром, але для яких не існує алгебраїчних операцій. Ординальна шкала значень величин або впорядкованих класів еквівалентності встановлюється у відповідності з процедурою вимірювань. Серед ординальних шкал виділяють більш сильні і більш слабкі шкали. До більш сильних відносять арифметизовані ординальні шкали, для яких справедливе обмежене відношення комбінування і які за властивостями наближаються до метричних інтервальних шкал. Такі шкали отримали назву "асоціативних" [2]. Серед більш слабких виділяють шкали впорядкованих вербальних класів еквівалентності, або шкали "квазіпорядку" [3,9], що є впорядкованими шкалами класифікації. За такими шкалами можуть бути отримані дані про якість технологічного процесу.

Дана робота присвячена розробці і аналізу методів опрацювання вибірок вербальних даних, отриманих за шкалами квазіпорядку при побудові контрольних карт якості та стабільності технологічного процесу.

1. Відношення та оператори, які використовуються при роботі з вербальними даними.

При роботі з вербальними даними можуть бути використані співвідношення і оператори, що побудовані на непараметричних статистиках або на нечіткій логіці. Для визначення центральної тенденції при непарній кількості членів вибірки може бути використана медіана вибірки med , що є центральним членом ранжованої вибірки, і незалежно від кількості членів вибірки - оператор OWA , що може виступати як емулятор середнього арифметичного [4].

$$OWA = \max_{k=1}^n [\min \{Q(k), b_k\}], \quad (1)$$

$Q(k) = S(f_k)$, $k = 1, 2, \dots, n$, n - розмір вибірки; $S(f_k)$ -

f_k - тий рівень лінгвістичної шкали;

$$f_k = \text{Int} \left\{ 1 + \left[k \frac{t-1}{n} \right] \right\} \quad (2)$$

f_k - найближче ціле число в формулі (2); t - кількість градацій вербальної шкали; b_k - k -тий елемент вибірки, попередньо ранжованої за порядком спадання градацій вербальної шкали. Кількість розрізняваних станів визначається за кількістю градацій вербальної шкали, що використовується при отриманні відповідних вербальних характеристик кожного члена вибірки. При використанні оператора OWA існує обмеження: кількість членів вибірки повинна бути більшою за кількість градацій вербальної шкали.

Відношення домінування встановлюється між двома впорядкованими вибірками, що складаються з n чисел [5]. Якщо є дві впорядковані вибірки:

$$v = (k_1, k_2, \dots, k_n) \text{ та}$$

$$v' = (k'_1, k'_2, \dots, k'_n),$$

тоді вибірка v' домінує над вибіркою v , тобто

$$v' \geq v \quad (2)$$

тоді і тільки тоді, коли

$$k'_1 \geq k_1, k'_2 \geq k_2, k'_n \geq k_n \quad (3)$$

Символи \geq та \geq використовуються для відношення несуворого порядку. Для відношення суворого порядку v

$$v' > v, \quad (4)$$

за яким " v' суворо домінує v ", потрібно, щоб виконувалась (3) і було хоча б одне k'_i і k_i між якими існує суворий порядок, тобто $k'_i > k_i$.

Згідно [5] відношення домінування встановлює відношення порядку (цілковите або часткове) між вибірками об'ємом n .

Відношення домінування може бути розповсюджене на вибірки даних, отриманих з застосуванням вербальних шкал квазіпорядку, для яких встановлені відношення порядку між класами еквівалентності. Для цього розповсюджене співвідношення (3) має вигляд:

$$k'_1 \geq k_1, k'_2 \geq k_2, k'_n \geq k_n \quad (5)$$

2. Процедура ранжування вербальних вибірок при побудові контрольних карт якості та стабільності технологічних процесів.

Для контролю якості технологічного процесу та його стабільності використовуються контрольні карти [8], для яких для наочності відображення стану технологічного процесу відмічають значення відповідної вибіркової характеристики суміжних вибірок або проб. Розрізняють наступні основні різновиди контрольних карт (КК): КК середніх арифметичних, КК медіан, КК дисперсії або середніх квадратичних відхилень, КК крайніх значень або розмахів, КК з попереджувальними границями, тощо.

Первинну інформацію для побудови цих карт отримують за декількома вибірками величин, що є параметрами технологічного процесу або властивостями, що характеризують цей процес. Відомі способи опрацювання цих вибірок, якщо вони подані за результатами вимірювань, тобто числами, які можуть бути використані для подальших обчислень. Але багато характеристик якості оцінюють за ординальними або лінгвістичними шкалами [6]. Наприклад, коли використовують візуальний контроль промислової продукції або коли оцінюють споживчі якості, технічну досконалість продукції. Рівні (градації) цих шкал можуть бути представлені такими термінами, як "низький", "задовільний", "добрий", тощо, які є впорядкованим рядом прийнятих для оцінки якості характеристик. Впорядковані лінгвістичні шкали відрізняються від числових тим, що немає визначення відстані між цими рівнями [6]. Відстань може бути штучно шляхом арифметизації лінгвістичних шкал за прийнятими правилами [7,10]. В результаті може бути отримана гібридна вербально-числова шкала, на основі якої можуть бути побудовані шкали з чіткою і нечіткою лінгвістичною змінною. Але певна частина спеціалістів, що займаються ординальними шкалами вважають семантичну процедуру арифметизації дещо суб'єктивною в сенсі визначення відстані між рівнями шкали [6]. Тому паралельно з методами арифметизації розробляються, аналізуються і впроваджуються методи класифікації кожного стану, методи визначення центральної тенденції і методи визначення розсіювання за вербальними даними.

Для побудови контрольних карт визначають кількість рівнів вихідної лінгвістичної шкали t і об'єм вибірки n . Як приклад, візьмемо шкалу якості з $t = 3$ і терм-множиною

$T = \{\text{"низька"}, \text{"середня"}, \text{"висока"}\} = \{H; C; B\}$. Тоді впорядкована вибірка об'ємом $n = 3$, що відповідає певному часу технологічного процесу, може мати вигляд за окремими рівнями якості, що відповідають певним членам вибірки "ВСС", тобто одна оцінка в вибірці відповідала рівню "В", а дві інші - "С". Для побудови КК загальний стан "ВСС" повинен бути класифікований, тобто віднесений до певного класу еквівалентності (табл.1).

Для проведення класифікації використовується відношення домінування впорядкованих вербальних вибірок (формули (2) і (5)). За відношенням домінування стани, що відповідають різним наборам елементів впорядкованої вибірки можна розподілити за наступними класами еквівалентності (табл.1, стовпець 2).

Таблиця 1 - Класифікація станів, що відповідають вибіркам, за класами еквівалентності.

Ранжовані вибірки, що відповідають різним станам	Номер класу еквівалентності стану за відношенням домінування вибірок	Номер класу еквівалентності стану за відношенням домінування, медіаною і розсіюванням	
ННН	1	1	
СНН	2	2	
ВНН	3	3.1	3
ССН		3.2	4
ВСН	4	4.1	5
ССС		4.2	6
ВСС	5	5.1	7
ВВН		5.2	8
ВВС	6	9	
ВВВ	7	10	

За відношенням домінування вербальні вибірки можна розподілити на 7 класів еквівалентності. Вибірки ВНН і ССН (кл.3), ВСН і ССС (кл.4), ВСС і ВВН (кл.5) за відношенням домінування є нерозрізненими. Допоміжним критерієм розрізнення за порядком класів еквівалентності є розрізнення за центральною тенденцією, тобто медіаною. Так за медіаною вербальної вибірки ВНН і ССН, а також ВСС і ВВН розрізняються на два підкласи. А критерієм розрізнення ВСН і ССС є мінімум дисперсії, тобто характеристика стабільності процесу. Таким чином в табл.1 стани об'єкта впорядковані за можливими наборами вербальних даних, тобто отримано шкалу для побудови контрольних карт за вибірками вербальних даних. Якщо, наприклад, при контролі якості технологічного процесу отримано впорядковані вибірки ВСН, ВСС, ССС, ВВС, ССН, тоді фрагмент контрольної карти має вигляд, представлений на рис.1.

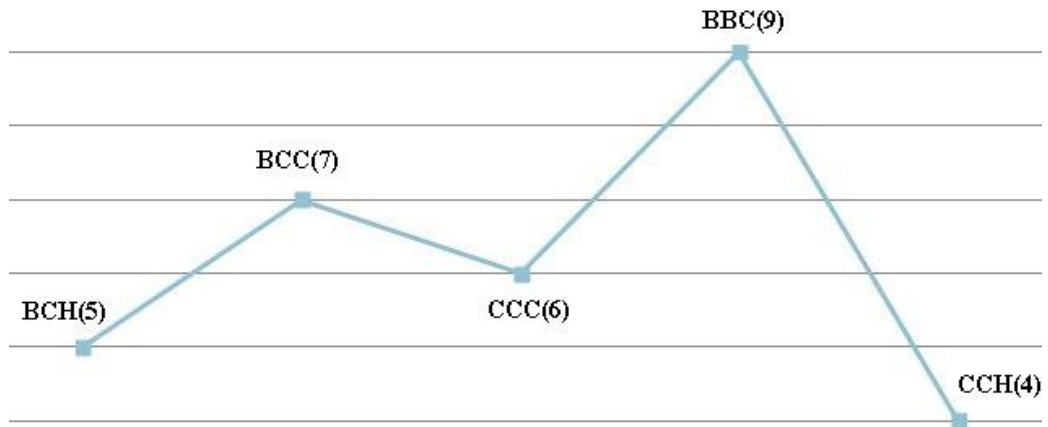


Рисунок 1 - Фрагмент контрольної карти за вербальними вибірками

При збільшенні об'єму вибірок збільшується кількість класів еквівалентності, але частина вибірок залишається нерозрізною одна від одної. Наприклад, при об'ємі вибірки $n = 4$ і терм-множини $t = 3$, тобто $\{H;C;B\}$ з застосуванням оцінки центральної тенденції за оператором *OWA*, отримуємо 3 класи еквівалентності у відповідності з обраними термами (табл.2). А потім класифікуємо їх за відношенням домінування і критерієм розсіювання.

Таблиця 2 - Класифікація станів, що відповідають вибіркам при $n = 4$, $t = 3$

Ранжовані вибірки, що відповідають різним станам	Клас еквівалентності за оператором <i>OWA</i>	Номер класу еквівалентності за відношенням домінування і розсіювання	Шкала для визначення рівня якості за вербальними вибірками
НННН	Н	1	Низький
СННН		2	
ВННН		3	
ССНН	С	4	нижче середнього
ВСНН		5	
СССН		6	
ВВНН		7	Середній
ВССН			
СССС			
ВВСН	8	вище середнього	
ВССС	9		
ВВСС	10		
ВВВН	В	11	Високий
ВВВС		12	
ВВВВ		13	

Але середню частину вибірок складно проранжувати за цими критеріями. Такі вибірки залишаються нерозрізненими. Тобто стан об'єкту за цими вибірками відповідає одному класу еквівалентності. Для розрізнення таких станів в роботі [6] додано ще ранговий критерій, що прийнятий як вирішальний. Тоді кількість класів еквівалентності дорівнює кількості варіантів ранжованих вибірок (для таблиці 2 це 15). Але в цьому випадку вже використовується арифметизована рангова шкала при визначенні вихідних терм-множин.

Зважаючи на протиріччя, що складаються при застосуванні багатьох критеріїв, авторами роботи було прийнято рішення про обмеження кількості критеріїв при класифікації, а отже про обмеження розрізняваних класів еквівалентності. Тим більше, що така ситуація посилюється при збільшенні об'єму вибірок. Якщо шкала використовується для характеристики рівня якості технологічного процесу, за отриманими вербальними вибірками можуть бути розрізнені наступні класи еквівалентності: "низький", "нижче середнього", "середній", "вище середнього", "високий". Тоді карта технологічного процесу може бути побудована за цими рівнями.

Висновок

В роботі розглянуто питання опрацювання вербальних вибірок з метою визначення шкали класифікації станів об'єкту або рівня якості при побудові контрольних карт. Для визначення класів еквівалентності шкали були застосовані наступні критерії: критерій визначення центральної тенденції (за медіаною або оператором *OWA*), відношення домінування між вербальними вибірками і характеристики розсіювання вибірки. Вибірки, що залишаються нерозрізненими за вищеназваними критеріями і операторами, об'єднуються в один клас еквівалентності, що відповідає певному стану об'єкта або рівню якості. Отримана шкала класифікації може бути використана для побудови контрольних карт за вербальними даними.

Список використаних джерел

1. ICGM 200:2008. International vocabulary of metrology. - Basic and general concepts and associated terms (VIM).
2. В.Г.Кнорринг. Метрология и репрезентационная теория измерений // Измерительная техника, 1986, №1, с.6,7.
3. Редьога О.Ю., Яремчук Н.А., Сікоза О.М. Класифікація ординальних шкал для вимірювання якості, їх специфікація та елементи. Проблеми навігації і управління рухом. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів. Київ, 28-29 листопада 2012 р., с.64.
4. F.Franceshini, M.Galetto, M.Varetto. Orderer samples control charts for ordinal variables // Quality and reliability engineering international. 2005:21:177 - 195.
5. А.Кофман. Введение в теорию нечетких множеств. Пер.с франц. - М.: Радио и связь, 1982 - 432 с.
6. F.Franceshini, M.Galetto, M.Varetto. Qualitative ordinal scales: The concept of ordinal range. Quality Engineering. 2004:16(4):515 - 524.
7. Н.А. Яремчук, О.Ю. Редьога, О.М. Сікоза. Особливості арифметизації дискретних вербальних шкал. // Механіка гіроскопічних систем. 2012, 25. с.61-67.
8. ИСО 5725-6:1994. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике.
9. Хованов Н.З.. Математические основы теории шкал измерения качества. - Ленинград. - 1982. - 169 с.
10. О.Ю. Редьога, Н.А. Яремчук Арифметизація ординальних шкал вимірювання якості програмних засобів // Інформаційні системи, механіка та керування. 2011, №7. с.5-15.