

УДК 355.684

Р.В. Кузьменко, О.М. Зеленох

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПРОГРЕСУЮЧОГО ЕТАЛОНА У СИСТЕМАХ ІЗ НЕПОВНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ

У статті проведено аналіз методу прогресуючого еталона на прикладі навчально-тренажерних комплексів підготовки та перепідготовки водіїв, з визначенням його як переваг, так і недоліків. Запропоновано його модифікацію у випадку застосування до систем із різномірною та неповною інформацією.

Ключові слова: *рівень технічної досконалості, метод прогресуючого еталона, оцінка за неповною інформацією, функція корисності.*

Вступ

Аналіз аварійності на автошляхах України свідчить, що основну частину скоєних дорожньо-транспортних пригод (ДТП) з вини водія складають ДТП, у яких водії діяли неадекватно дорожній ситуації. Однією з причин таких пригод є недостатній рівень водійських навичок.

Формування та розвиток навичок керування автомобілем відбувається під час практичної підготовки водіїв, яка передбачає широке застосування навчально-тренажерних засобів (НТЗ) як під час початкового навчання, так і у процесі підвищення майстерності водіїв.

Навчально-тренажерні засоби для практичної підготовки водіїв повинні забезпечити:

- високу якість навчання водіння автомобіля;
- підтримання навичок водіння;
- покращення майстерності з керування автомобілем без витрати моторесурсу автомобіля.

Формуючи систему обладнання навчально-тренувальних комплексів для підготовки водіїв, здійснюють вибір НТЗ. При цьому приймають рішення на основі фактичних даних про технічні характеристики НТЗ. Зазвичай характеристики НТЗ мають різну фізичну вимірність, різний діапазон варіації та є різноплановими з огляду на важливість для практики. Нерідко відповідний показник є величиною логічною, а не числовою, тобто фіксує наявність чи відсутність певної можливості. Універсальні методи відбору найкращих об'єктів відсутні, а вирішальне значення у підсумку зазвичай відіграє практика. Задачу оптимального вибору технічного забезпечення можна вважати розв'язаною, якщо вдається побудувати оцінку, що дозволить порівняти варіанти вибору і вибрати серед них найбільш досконалий.

Аналіз останніх досліджень та постановка проблеми. Спосіб оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової

техніки, до яких також належать НТЗ підготовки водіїв, представлений у патенті [1], базується на побудові комплексного показника, яким виступає сума добуток балів технічних і тактико-технічних показників отриманих за пропорційною шкалою оцінок, на коефіцієнт вагомості характеристик. Деяко простіші варіанти представлені у роботах [2, 3]. Перелічені методики базуються на операції ранжування зразків за характеристиками, причому рішення про важливість окремих показників приймається на основі окремих досліджень, зокрема експертних оцінок.

Одним із методів порівняння об'єктів, що характеризуються складним комплексом характеристик, на основі аналізу їх технічних показників є метод прогресуючого еталона (МПЕ). Аналіз основних положень методу з позиції лінійної алгебри можна знайти у роботі [4], а у роботі [5] наведено приклад застосування цього методу до порівняльної оцінки технічної ефективності рухомих засобів технічного обслуговування. До недоліків цього методу необхідно віднести не завжди чітко визначені еталонні зразки і громіздкий математичний апарат [6].

Метою статті є провести аналіз методу прогресуючого еталона визначення його переваг та недоліків, а також можливості його практичного застосування у системах із неповною інформацією.

Основний матеріал

Застосування МПЕ передбачає наявність послідовності «еталонів» – впорядкованого переліку об'єктів E_1, E_2, \dots, E_n , характеристики $\{x_{ij}\}$ яких відображають прогрес об'єктів даного типу. На першому етапі застосування методу здійснюється побудова лінійної функції $u(t_1, t_2, \dots, t_m)$, визначеної у просторі нормованих характеристик об'єктів, такої, що зростає на послідовності еталонів. У подальшому отриману функцію використовують для порівняння об'єктів O_1, O_2, \dots, O_k , "найкращий" із яких потрібно вибрати. Той об'єкт, на характеристики якого функція u

досягає максимального значення, буде оптимальним вибором, найкращим з огляду на тенденцію показників, властиву послідовності еталонів.

Особливістю методу є відсутність у явному вигляді операції ранжування, котра може вносити елемент суб'єктивності. Окрім того, метод неявно передбачає статистичний аналіз показників, оскільки так звана матриця розсіювання тісно пов'язана із коваріаційною матрицею векторів характеристик еталонів.

Розглянемо коротко зміст методу та визначимо його переваги і недоліки. Множину еталонів позначимо $\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$, множину об'єктів, що підлягають оцінці та порівнянню, позначимо $\{O_1, O_2, \dots, O_k\}$, кожен із об'єктів має m числових характеристик, котрі будемо позначати $\{x_{ij}\}$ ($i = 1, 2, \dots, n + k, j = 1, 2, \dots, m$). Кінцевим результатом буде відшукування функції $u(t_1, t_2, \dots, t_m)$ такої, що зростає на послідовності значень характеристик еталонів

$$u(x_{11}, \dots, x_{1m}) \leq u(x_{21}, \dots, x_{2m}) \leq \dots \leq u(x_{n1}, \dots, x_{nm}). \quad (1)$$

Ця функція у подальшому використовується для того, щоб впорядкувати об'єкти O_1, O_2, \dots, O_k за зростанням відповідного значення $u(t_1, t_2, \dots, t_m)$, обчисленого на характеристиках t_1, t_2, \dots, t_m об'єкта O_j . Зазначимо, що в процесі застосування методу допускається порушення окремих нерівностей у (1).

Кожна реалізація методу може мати свої особливості, наприклад нормування показників, котрі не впливають на результат порівняння об'єктів, проте можуть бути важливі з огляду на точність числових розрахунків чи зручність представлення даних.

Подаємо схему, найбільш близьку до представлених у працях із переліку посилань.

На першому етапі проводять нормування характеристик таким чином, щоб нормовані показники лежали у діапазоні між 0 і 1:

$$q_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

де мінімум та максимум вибирають серед усіх значень відповідної характеристики:

$$x_j^{\min} = \min_{1 \leq i \leq n+k} x_{ij}, x_j^{\max} = \max_{1 \leq i \leq n+k} x_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Результатом цього етапу є те, що кожен із еталонів та об'єктів тепер описується набором однотипних безрозмірних величин $\{q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{im}\}$, що лежать між 0 та 1, причому для кожної характеристики знайдеться принаймні один об'єкт (серед еталонів або дослідних об'єктів), для якого ця характеристика дорівнює 0, та такий, для якого вона дорівнює 1. Якщо представити об'єкти окремими точками із координатами $(q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{im})$, $i = 1, 2, \dots, n + k$ у просторі їх характеристик, то усі точки будуть

знаходитись у m -вимірному гіперкубі із стороною 1, причому кожна із граней куба міститиме принаймні одну точку.

На другому етапі нормовані показники, що стосуються еталонів, центрують шляхом віднімання їх середнього значення за еталонами

$$r_{ij} = q_{ij} - q_j^{\text{ave}}, \quad q_j^{\text{ave}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

Центром ваги точок із координатами $(r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$, $i = 1, 2, \dots, n$ є початок координат. Цей етап забезпечує однорідність лінійної функції

$$u(t_1, t_2, \dots, t_m) = w_0 + \sum_{i=1}^m w_i t_i, \quad (5)$$

що описує прогрес характеристик еталонів, тобто $w_0 = 0$. Надалі цю функцію аналогічно із економічною наукою називатимемо функцією корисності. Якщо прийняти, що коефіцієнти при окремих координатах мають сенс напрямних косинусів вектора у m -вимірному просторі, тобто виконується умова

$$\sum_{i=1}^m w_i^2 = 1, \quad (6)$$

то за певних умов на характеристики еталонів існує єдина функція u або, що еквівалентно, вектор (w_1, w_2, \dots, w_m) , що дозволяє відобразити порядок, виражений послідовністю еталонів $\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$. На цьому моменті зупинимось далі, наразі зазначимо, що як умова (6), так і рівність нулю доданка w_0 не є необхідними, адже функція корисності визначена із точністю як до додатного множника, так і довільної сталої-доданка.

Третій етап передбачає власне відшукування лінійної функції корисності, або, що еквівалентно, відшукування вектора $w = (w_1, w_2, \dots, w_m)$, котрий є напрямним для прямої, що найбільш точно (у сенсі мінімальної суми квадратів відхилень) проходить стосовно точок, які відповідають еталонним об'єктам. Таким вектором є власний вектор, що відповідає найбільшому власному значенню матриці $V = (v_{jk}) = (r_{ij} \cdot r_{ik})$ (за індексом i проводиться підсумовування від 1 до n). Якщо вектор w є власним вектором матриці V , то і вектор $k \cdot w$ теж є власним вектором цієї матриці (k – довільне, у тому числі від'ємне число), а тому при відшуванні власного вектора важливо вибрати його так, щоб функція корисності зростала, а не спадала на еталонах.

Маючи чисельні значення характеристик еталонів, усі необхідні обчислення можна виконати як за допомогою спеціалізованих математичних програм (Maple, Mathcad, Mathematica тощо), так і засобами звичайного табличного процесора (наприклад Excel), із використанням надбудови "Пошук розв'язку" (Solver.xla).

Розглянемо деякі математичні та логічні обмеження методу.

Перш за все, характеристики повинні змінюватись, причому вони можуть як зростати, так і спадати, хоча не обов'язково монотонно; якщо деяка характеристика незмінна, її слід виключити із розгляду, оскільки по ній не спостерігається прогрес. Якщо у групі із 4-х еталонів з трьома характеристиками перша характеристика змінюється (1, 2, 3, 4), друга – (10, 20, 30, 40), а третя – (10, 11, 12, 13), то внаслідок нормування усі коефіцієнти відіграватимуть однакову роль і власним вектором буде $w = (1, 1, 1)$. Якщо значення третьої характеристики є (10, 9, 8, 7), то $w = (1, 1, -1)$.

Якщо ж у групі перша характеристика змінюється (1, 2, 3, 4), друга – (1, 2, 1, 2), а третя – (1, 2, 2, 1), то $w = (1, 1.87, 0)$. Для першої характеристики прогрес полягає у зростанні, щодо другої характеристики матимемо як зростання (при переході від E_1 до E_2 та від E_3 до E_4), так і спадання (від E_2 до E_3), щодо третьої ж прогресу не спостерігаємо, а тому $w_3 = 0$. Отже, якщо за деякою характеристикою не спостерігається помітний прогрес, доцільність її включення до розгляду під сумнівом.

З іншого боку, важливу роль відіграє сукупна узгоджена мінливість показників (коваріація). Так, якщо у групі із 4-х еталонів з трьома характеристиками перша характеристика змінюється (1, 2, 3, 4), друга – (1, 2.014, 0.49, 1.51), а третя – (1, 2, 2, 1), то усі коефіцієнти коваріації будуть дорівнювати нулю, а сама матриця із врахуванням нормування буде діагональною і матиме кратні власні значення, проте найбільше власне значення матиме кратність 1, а тому алгоритм методу дозволяє побудувати функцію корисності. Якщо ж перша характеристика змінюється (1, 1, 2, 2),

друга – (1, 2, 1, 2), а третя – (1, 2, 2, 1), то коваріації знову ж таки дорівнюють нулю, більше того, матриця розсіяння стає одиничною і одному власному значенню відповідатимуть три взаємно перпендикулярні власні вектори. У наведеному прикладі з першого погляду здається, що зростання першої та другої характеристик означатиме "прогрес", проте МПЕ у даному випадку не дозволяє це формалізувати у вигляді результату – лінійної функції корисності. Таким чином, наступне обмеження методу стосується того, що найбільше власне значення матриці V можуть бути кратними – відповідно матимемо множину власних векторів. Це може бути пов'язане із відсутністю узгодженого "прогресу" характеристик "еталонів", адже матриця V із точністю до сталого множника збігатиметься із коваріаційною матрицею векторів характеристик еталонів.

Таким чином, МПЕ дає змогу автоматично враховувати узгодженість прогресу технічних характеристик об'єктів, що прийняті в якості еталонів, та визначати «напрямок прогресу» (у сенсі напрямного вектора прямої, у m -вимірному просторі, що найточніше наближає послідовність еталонів). Значимо, що основні математичні прийоми методу мають багато спільного із методом головних компонент у факторному аналізі та базуються на узагальненні класичної статистики для метричних просторів, отриманої М.Р. Фреше у 1948 році.

Розглянемо на прикладі НТЗ підготовки водіїв деякі випадки, коли технічні характеристики не дозволяють "напряму" застосувати алгоритм методу. У таблиці 1 наведено технічні характеристики НТЗ, що використовуються для підготовки та перепідготовки водіїв у Збройних Силах України [7, 8] та ряд новітніх розробок [9].

Таблиця 1

Технічні характеристики НТЗ, прийнятих за еталони

НТЗ	Час розгону до 60 км/год, с	Час безперервної роботи НТЗ з перервою на 0,5 год після 4 годин роботи, год не менше	Максимальна кількість типів помилок, які реєструються	Середнє на- працювання на відмову, год	Середній термін служби до списання років	Споживана потужність від мережі 220В, 50Гц, Вт не більше
АТК_3УЕ	10–30	8	21	240	10	700
АТК_2УЕ	40–40	8	500	240	10	700
КрАЗ 5322	18–20	–	500	240	20	750
КамАЗ-5320 (ТВАД-КамАЗ)	–	12	–	300	–	2000

Попередній аналіз виявляє дві особливості технічних даних для наведених еталонних зразків. З одного боку, це наявність характеристик, що задані у вигляді діапазону (час розгону), з іншого – відсутність інформації щодо деяких показників окремих еталонів. Подібна ситуація нерідко трапляється при порівнянні технічних засобів одного призначення від різних виробників.

Проведемо попереднє опрацювання даних табл. 1 та приведемо їх до форми, що допускає пряме застосування МПЕ. Для того, щоб отримати незміщене середнє характеристики за еталонами, замінимо відсутні дані середнім значенням за усіма еталонами, а задані діапазони замінимо парою параметрів: серединою діапазону та його розмахом. Опрацьовані таким чином дані разом із позначеннями представлено у табл. 2.

Таблиця 2

Стандартизовані характеристики еталонів

Еталони	Характеристики						
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
E1	20	20	8	21	240	10	700
E2	40	0	8	500	240	10	700
E3	19	2	9.3333	500	240	20	750
E4	26.3333	7.3333	12	340.3333	300	13.3333	2000
Середнє значення	26.3333	7.3333	9.3333	340.3333	255.0	13.3333	1037.5

У даному випадку ми обмежимося лише побудовою функції корисності за заданими еталонами, а тому нормування відповідно до формул (2), (4)

будемо виконували лише на основі даних із табл. 2. Відповідні нормовані та центровані характеристики наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Нормовані та центровані характеристики об'єктів

Еталони	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}	r_{i4}	r_{i5}	r_{i6}	r_{i7}
E1	-0.3015	0.6334	-0.3331	-0.6667	-0.2500	-0.3333	-0.2596
E2	0.6508	-0.3666	-0.3331	0.3333	-0.2500	-0.3333	-0.2596
E3	-0.3492	-0.2666	-0.0006	0.3333	-0.2500	0.6668	-0.2212
E4	-0.0001	-0.0001	0.6669	0.0000	0.7500	-0.0002	0.7404

Відповідна симетрична матриця V (т.зв. матриця розсіяння [4]) набуде вигляду:

$$V = \begin{pmatrix} 0.6364 & -0.3365 & -0.1162 & 0.3016 & -0.0001 & -0.3492 & -0.0135 \\ -0.3365 & 0.6067 & -0.0888 & -0.6333 & -0.0001 & -0.2667 & -0.0104 \\ -0.1162 & -0.0888 & 0.6667 & 0.1108 & 0.6669 & 0.2214 & 0.6669 \\ 0.3016 & -0.6333 & 0.1108 & 0.6667 & 0.0000 & 0.3333 & 0.0128 \\ -0.0001 & -0.0001 & 0.6669 & 0.0000 & 0.7500 & -0.0002 & 0.7404 \\ -0.3492 & -0.2667 & 0.2214 & 0.3333 & -0.0002 & 0.6667 & 0.0254 \\ -0.0135 & -0.0104 & 0.6669 & 0.0128 & 0.7404 & 0.0254 & 0.7319 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Серед власних значень матриці V є нульове значення (з точністю до прийнятого наближення) кратності 4, а також три ненульових значення: 1.02092,

1.5658, 2.1383. Останнє власне значення є найбільшим, та йому відповідає власний вектор

$$w = (-0.0360; -0.1020; 0.5549; 0.1170; 0.5689; 0.1470; 0.5670). \quad (8)$$

Власний вектор визначений з точністю до сталого множника. У даному випадку цей множник підібрано таким чином, щоб виконувалась умова (6).

$$u(r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7) = -0.0360 r_1 - 0.1020 r_2 + 0.5549 r_3 + 0.1170 r_4 + 0.5689 r_5 + 0.1470 r_6 + 0.5670 r_7. \quad (9)$$

Таким чином, лінійна функція корисності u , що є мірою досконалості об'єкта і визначена на нормованих та центрованих характеристиках об'єктів, є такою:

Застосувавши (9) до еталонів, отримаємо

$$u(E1) = -0.655 < u(E2) = -0.470 < u(E3) = -0.091 < u(E4) = 1.216. \quad (10)$$

Якщо застосувати функцію (9) до вихідних характеристик еталонів, наведених у табл. 2, то отримаємо замість послідовності $[-0.6551; -0.4704; -0.0909; 1.2164]$ іншу послідовність: $[539.02; 596.36; 627.47; 1351.34]$, що, втім, також є монотонно зростаючою внаслідок властивостей лінійної функції та зберігає той же порядок еталонів.

Розглянемо, наскільки заміна відсутньої технічної характеристики еталона її середнім значенням впливає на результат. Для наочності звизимо коло

характеристик, що розглядаються, до таких: x_1 – час безперервної роботи тренажера, x_2 – середнє напруження на відмову, x_3 – споживана потужність. Перша з характеристик не визначена для третього еталона, для інших еталонів це значення змінюється від 8 до 12, середнє значення становить 9.3333. Природно припустити, що невідоме значення x_{31} знаходиться у діапазоні між 8 та 12. Розглянемо випадки, коли відсутнє значення замінити на 8 (випадок А), на 9,3333 (випадок В) та на 12 (випадок С).

Матриці для цих випадків набудуть вигляду

$$V_A = \begin{pmatrix} 0,7500 & 0,7500 & 0,7404 \\ 0,7500 & 0,7500 & 0,7404 \\ 0,7404 & 0,7404 & 0,7319 \end{pmatrix}, V_B = \begin{pmatrix} 0,6667 & 0,6667 & 0,6667 \\ 0,6667 & 0,7500 & 0,7404 \\ 0,6667 & 0,7404 & 0,7319 \end{pmatrix}, V_C = \begin{pmatrix} 1,0000 & 0,5000 & 0,5192 \\ 0,5000 & 0,7500 & 0,7404 \\ 0,5192 & 0,7404 & 0,7319 \end{pmatrix}. \quad (11)$$

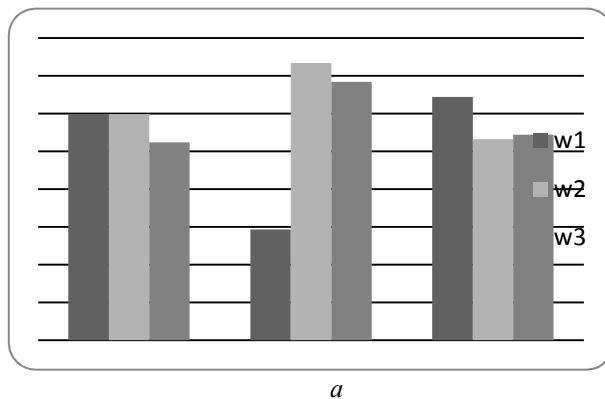
Значення найбільшого власного значення цих матриць

$$\lambda_A = 2.231, \lambda_B = 2.101, \lambda_C = 2.000. \quad (12)$$

Відповідні власні вектори

$$\begin{aligned} w_A &= [0.5798, 0.5798, 0.5724]; \\ w_B &= [0.5493, 0.5936, 0.5886]; \\ w_C &= [0.5843, 0.5732, 0.5744]. \end{aligned} \quad (13)$$

На рис. 1 а. графічно зображено величину компонент $[w_1, w_2, w_3]$ власного вектора, що відповідає найбільшому власному значенню. Як бачимо, числові значення цих компонент є



відмінними, тому функція корисності помітно залежить від вибору відсутнього значення.

Проте відмінність функції корисності не впливає на результат порівняння зразків; в усіх трьох випадках $u(E1) < u(E2) < u(E3) < u(E4)$, причому характер розподілу величин значення функції корисності на послідовності еталонів є однаковий (рис. 1 б). Таким чином, необхідно зазначити, що заміна окремо взятого відсутнього значення параметра на середнє за сукупністю еталонів, змінюючи конкретні значення коефіцієнтів функції корисності, не змінює співвідношення значень функції корисності на еталонах, а отже, зберігає порядок «прогресу».

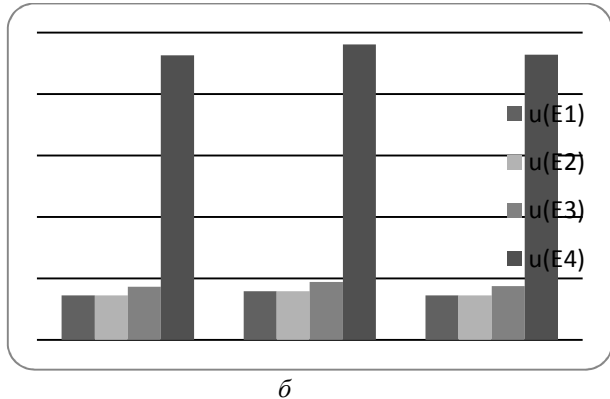


Рис. 1. Коефіцієнти функції корисності (а) та її значення на послідовності еталонів (б)

Відзначимо, що значний інтерес для подальших досліджень становить також вивчення залежності рішення задачі від співвідношення кількості наявних еталонів та їх характеристик, що розглядаються. Слід очікувати, що питання надійності даного методу та необхідної мінімальної кількості еталонів, що потрібні для встановлення чіткого «прогресу» характеристик типового об'єкта, будуть також узгоджені із кореляційними параметрами показників еталонів.

Висновок

У роботі проведено аналіз застосовності методу прогресуючого еталона та вказано на його переваги й обмеження, пов'язані із характером кореляції технічних показників об'єктів, що використані в якості еталонів. Продемонстровано застосування методу до послідовності еталонів, показники яких носять інтервальний характер, та у випадку, коли специфікація окремих показників відсутня.

Список літератури

1. Патент на корисну модель № 88195 України в МПК G01 N27/27. Спосіб оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової

техніки / В.І. Грабчак, П.О. Русіло, Ю.В. Варванець, О.М. Калінін, В.В. Костюк, Р.Г. Будяну; заявник та власник патенту: Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, опубл. 27.08.2012, Бюл. № 16, 2012.

2. Патент на корисну модель № 65254 України в МПК G01 N27/27. Спосіб оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння і військової техніки / М.В. Чорний, Ю.В. Варванець, О.М. Калінін, П.О. Русіло. Заявник та власник патенту: Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, опубл. 25.11.2011. Бюл. № 22, 2011 р.

3. Патент на корисну модель № 72693 України в МПК G01 N27/27. Спосіб оцінки рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки / П.О. Русіло. Заявник та власник патенту: Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, опубл. 27.08.2012. Бюл. № 16, 2012 р.

4. Чернокутов А.І. Комплексная оценка качества изделий с помощью метода прогрессирующего эталона / А.І. Чернокутов, В.Н. Мурзин, В.Е. Ширенков // Надежность и контроль качества. – 1985. – № 5. – С. 12–16.

5. Лук'янов П.О. Порівняльна оцінка технічної ефективності рухомих засобів технічного обслуговування з використанням методу прогресуючого еталона // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – Вип. 3 – К.: ЦНДІ ОВТ, 1999. – С. 89–94.

6. Русіло П.О. Методика оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки (на прикладі броньованих ремонтно-евакуаційних машин) / П.О. Русіло // Системи озброєння і військова техніка. – 2012. – № 2(30). – С. 82–85.

7. Русіло П.О. Проблемні питання щодо стану та перспектив розвитку навчально-тренажерних засобів для механізованих і танкових підрозділів / П.О. Русіло // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 2 (22). – С. 61–64.

8. <http://www.mil.gov.ua/news/2014/01/16/kursantiv-ta-oficeriv-vijskovoї-akademii-navchayut-osnovam-bezavarijnoї-ekspluataczii-transportnih-zasobiv-u-zimovih-umovah/>

9. http://simulator.ua/ru/simulators/driving_simulators/trucks.html

Рецензент: д.т.н., проф. Ю.В. Шабатура, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів.

Применение метода прогрессирующего эталона в системах с неполной информацией

Р.В. Кузьменко, О.М. Зеленюх

В статье проведен анализ метода прогрессирующего эталона на примере учебно-тренажерных комплексов подготовки и переподготовки водителей, с определением как его преимуществ, так и недостатков. А также предложено его модификацию в случае применения к системам с разнородной и неполной информацией.

Ключевые слова: уровень технического совершенства, метод прогрессирующего эталона, оценка по неполной информации, функция полезности.

Application of progressive benchmark systems with incomplete information

R. Kuz'menko, O. Zelenyuch

This paper analyzes the method of progressive reference to the example of teaching and training simulators training and retraining of drivers, the definition of its advantages as well as disadvantages. And it proposed a modification in the case of the systems of heterogeneous and incomplete information.

Key words: level of technical excellence, progressive standard method, estimation with incomplete information, the utility function.

Н.И. Матюхин, А.М. Набока

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЛИК РАДИОГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ЛОКАТОРОВ, СОЗДАВАЕМЫХ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ПОТОКА ОБЪЕКТОВ В СИТУАЦИЯХ КОНФЛИКТА, И ПОСТРОЕНИЕ НА ИХ ПРИМЕРЕ СИСТЕМНОЙ ТЕОРИИ РАДИОЛОКАЦИИ

В кратком виде изложено содержание разработанной системной теории радиолокации. Главной идеей построенной теории является определение понятия „состояние системы”, которая должна объединять все системные параметры системы и внешней среды, определять концепцию системы и служить главным системным показателем качества. Ведущими идеями теории являются: описание динамики функционирования системы и динамики конфликтного взаимодействия системы с внешней средой. Этот процесс описывается в форме дифференциальной игры "наблюдение-противодействие". Определяются границы системотехники радиолокации и уточняются понятия системного военного-технического проектирования. Сформулированы задачи синтеза, управления и двустороннего конфликтного управления состоянием системы. Расширяются на системном уровне вопросы, связанные с радиоголографией. Предлагаются на уровне устройств методы линейной и нелинейной голографической обработки волнового поля, предназначенные для сокращения числа антенных позиций. Приводятся модельные примеры построения радиоголограмм – графических локаторов различной степени сложности. На системном уровне рассматриваются вопросы синхронизации антенных позиций, автофокусировки и юстировки обшей антенны с помощью навигационной системы. Разрабатываются методы отыскания уравнений состояния, динамики и конфликта однофункциональных, многофункциональных и многолинейных подсистем.

Ключевые слова: системная теория радиолокации, динамическая радиоголографическая информационная система дальнего обнаружения, системотехника радиолокации, двустороннее конфликтное управление, дифференциальная игра "наблюдение-противодействие".