

**Р. В. Хращевський**, д-р техн. наук, проф.  
Національний авіаційний університет  
orcid.org/0000-0002-0897-3299  
e-mail: 6914@ukr.net;

**О. Б. Іванець**, канд. техн. наук, доц.  
Національний авіаційний університет  
orcid.org/0000-0002-0897-4219  
e-mail: olchik2104@ukr.net;

**О. В. Жарова**, канд. пед. наук  
Національний авіаційний університет  
orcid.org/0000-0002-4060-850X  
e-mail: jarova@ukr.net

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОГО КРИТЕРІЮ

### Вступ

У практичній роботі при оцінюванні об'єктів різної складності нерідкі випадки відсутності повної визначеності ситуації. Якщо рішення приймається в умовах ризику (вимірної невизначеності), то за допомогою введення ймовірнісних оцінок невизначеність значною мірою зменшується. Коливання змінних, що характеризують стан об'єктивних умов, можуть бути передбачені (на основі визначення ймовірності).

Ризик полягає в можливих помилках при оцінюванні ступеня ймовірності настання умов (подій). Сутність невизначеності виявляється в тому, що при наявності необмеженої кількості станів об'єктивних умов оцінка ймовірності настання кожного з цих станів неможлива через відсутність способів їх оцінки.

На практиці такі об'єкти характеризується кількома показниками, які іноді можуть бути корельовані, що створює складнощі при прийнятті рішення щодо їх стану [1].

При цьому прийнятті рішення на основі незалежного оцінювання значення кожного окремого параметру може дати хибний результат, оскільки існує їх взаємопов'язаний вплив. Тому слід використовувати підходи, що дозволяють провести процедуру прийняття рішень на основі багатопараметричних критеріїв.

### Постановка проблеми в загальному вигляді

У зв'язку з тим, що при оцінюванні складних об'єктів у різних галузях виникає необхідність оцінювання стану даного об'єкта за певною кількістю параметрів для зменшення як стохастичної, апріорної, так і різних видів інформаційної невизначеності, необхідне дослідження методів та засобів, що дозволяють проводити процедуру прийняття рішення на основі вимірювання та обробки  $n$ -ї кількості вхідних параметрів. Завдання обґрунтування рішень в умовах невизначеності усіх типів, окрім апріорної, зводиться до звуження початкової кількості альтернатив на основі даної вхідної інформації. Тому, актуальною проблемою є підвищення достовірності прийняття рішень на основі багатопараметричних критеріїв.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Першим практичним інструментом для вирішення питання про контроль показників різних процесів були карти Шухарта, що знайшли міжнародне визнання та були покладені в основу міжнародного стандарту [2].

На теперішній час використовується наступні основні підходи до вирішення завдання статистичного контролю процесу та прийнятті рішення на їх основі: контрольні карти Шухарта; багатопараметричне застосування послідовного аналізу Вальда

при експоненційному згладжуванні, як основа методу експоненціального зваженого ковзного середнього [3].

Ці підходи і відповідні їм різні методи і алгоритми успішно застосовувалися при контролі стабільності процесів, що характеризуються одним показником якості системи, що досліджується. Але при оцінюванні складних об'єктів постає необхідність проводити оцінювання об'єктів на основі декількох параметрів, для чого необхідне використання багата параметричних критеріїв. Застосування одновимірних контрольних карток для кожного окремого показника за наявності взаємозв'язків між ними недоцільно, оскільки результати незалежного контролю можуть виявитися недостовірними. Тому статистичний контроль процесу з корельованими показниками здійснюється з використанням багатовимірних контрольних карток. Найбільш поширеним статистичним інструментом багатовимірного контролю є карта Хотеллінга. вона застосовується для прийняття рішення щодо стабільності функціонування об'єкту контролю. В роботі запропоноване використання  $T_t^2$  — статистика Хотеллінга як багатопараметричного критерію для прийняття рішення щодо стану об'єктів.

#### Мета статті

Метою дослідження є вдосконалення моделі прийняття рішень за рахунок використання багатопараметричного критерію на основі карт Хотеллінга, що дозволяє визначити порушення стабільності функціонування систем на основі показників, що корельовано між собою. Проведення порівняльного аналізу між традиційним підходом, що полягає в незалежному порівнянні кожного окремого показника з нормованим значенням та вдосконаленого підходу, що враховує спільний вплив показників на стабільність функціонування системи.

#### Виклад основного матеріалу дослідження

Прийняття рішення щодо стану складних об'єктів зазвичай здійснюється за кількома показниками, які можуть бути корельовані між собою.

У таких випадках обов'язковою є операція порівняння кожного показника з нормою.

У цьому випадку незалежний контроль за окремими показниками може призвести до значних помилок унаслідок відмінності довірчих областей і неможливості визначення спільного рівня значущості [4]. У такій ситуації застосовують багатовимірні контрольні карти. Однією з таких карт є карта Хотеллінга [5].

Якщо прийняття здійснюється на основі показників  $X_i = (X_1, X_2, \dots, X_3)$ , що мають спільний нормальний розподіл.

Щільність розподілу дорівнює

$$f(X) = (2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{-1/2} e^{-(X-\mu)\Sigma^{-1}(X-\mu)/2}, \quad (1)$$

де  $\mu$  — вектор середніх значень;  $\Sigma$  — коваріаційна матриця, елементи якої  $\sigma_{ii} = \sigma_i^2$  — дисперсії випадкових величин  $X_i$ .

Для перевірки гіпотези  $H_0: \mu = \mu_0$  в багатовимірному варіанті застосовується узагальнена статистика Хотеллінга [5]:

$$T_H^2 = n(\bar{X} - \mu_0)^T \Sigma^{-1} (\bar{X} - \mu_0), \quad (2)$$

де  $S$  — вибіркова оцінка коваріаційної матриці  $\Sigma$ .

Застосування контрольної карти Хотеллінга передбачає розрахунок для кожної  $t$ -ї миттєвої вибірки ( $t = 1, \dots, M$ ) статистики  $T_t^2$  за формулою (2).

Під час прийняття рішення про відповідність процесу нормі повинна виконуватися умова  $T_t^2 < T_{кр}^2$ , де  $T_{кр}^2$  — межа критичної області. Багатопараметрична контрольна карта Хотеллінга, є картою, де в якості контрольованої величини використовується узагальнена статистика Хотеллінга. При її застосуванні через певні проміжки часу  $t$  проводиться спостереження за кожним із  $X_n$  показників та розраховується статистика Хотеллінга. Якщо розраховані значення не перевищують значень  $T_{кр}^2$  приймається рішення про стабільність функціонування даної системи. Якщо коваріаційна матриця  $\Sigma$  відома, статистика Хотеллінга має розподіл  $\chi^2$ . У цьому випадку межа критичної області на заданому рівні значущості  $\alpha$  визначається за таблицею квантилів цього розподілу  $T_{кр}^2 = \chi^2_{1-\alpha}(p)$  [6].

Параметри  $X_1, \dots, X_3$  — вимірювані фізичні величини (контрольовані величини), що відображають властивості складного фізичного об'єкта, показані в таблиці.

Таблиця

Значення вимірних параметрів

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\bar{X}_n$
$X_1$	15,5	14,0	14,7	14,5	15,0	14,5	14,4	14,9	14,5	14,8	14,5	14,1	14,6
$X_2$	4,9	4,4	4,3	4,4	5,1	4,4	5,0	4,9	4,8	5,0	4,9	4,6	4,7
$X_3$	5,7	5,4	5,7	6,3	5,3	6,3	6,7	6,3	5,4	6,3	6,7	4,4	5,9

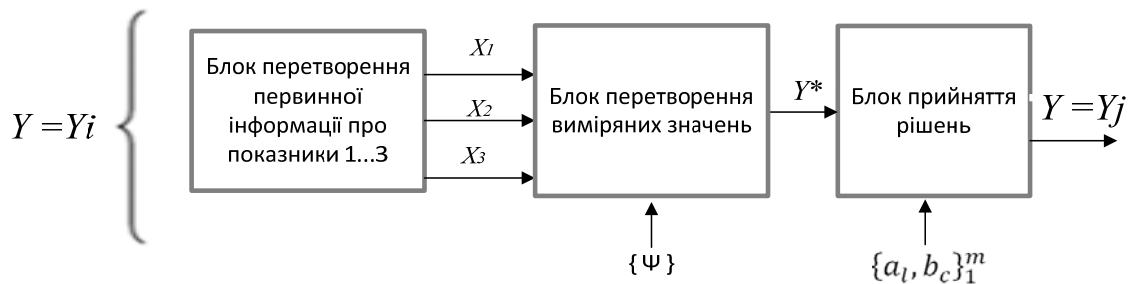
Усі контрольовані параметри знаходяться в допускових межах норми. Так для першого параметру допусковий інтервал складає: 13...17 умовних одиниць (у.о.), для другого параметру: 3,9...5,3 у.о., у той час для третього параметру: 4...9 у.о. Для математичних сподівань  $Y$  і  $X$  існує функціональний, але апріорі невідомий зв'язок:

$$M[Y] = F(M[X_1], \dots, M[X_k]).$$

Узагальнену структурну схему отримання і перетворення вимірювальної інформації про значення контрольованого параметра за результата-

ми вимірювань значень контрольованих величин наведено на рисунку.

Блок перетворення первинної інформації (блок вимірювання) здійснює перетворення вимірюваних значень  $X_1^*, \dots, X_3^*$  контрольованих величин, в оцінку  $Y^*$  значення параметра  $Y$ . Блок перетворення вимірюваних значень визначає вибір математичної моделі з коефіцієнтами  $a_l$ , де множина  $\{\psi\}$  — це фактори, які впливають на правильність вибору моделі перетворення  $\hat{F}(\cdot), l = \overline{1, m}$  і на точність оцінювання коефіцієнтів  $a_1, \dots, a_p$  цієї моделі.



Структурна схема процесу прийняття рішень для оцінювання на основі трьох вхідних параметрів

Оцінка коефіцієнтів  $a_1, \dots, a_p$  здійснюється на етапі вивчення об'єкта контролю за вибіркою об'єму  $n$  для кожної з фіксованих величин  $Y_j, j = \overline{1, m}$  рівнів параметра  $Y$ .

Блок прийняття рішень здійснює вибір  $\{a_l, b_c\}_1^m$  одного  $y_j\{a_l, b_c\}_1^m$  із багатьох  $\{y_l\}_1^m$  рішень про значення  $Y$ , після порівняння  $Y^*$  з нормою  $(a_l, b_l), l = \overline{1, m}$  відповідно з правилом вибору рішення  $\forall Y^* [Y^* \in (a_j, b_j) \rightarrow Y^* \in Y_j]$  [8].

Як було зазначено нормовані показники для  $X_1, \dots, X_3$  становлять:  $(a_1; b_1) = (13; 17)$ ,  $(a_2; b_2) = (3.9; 5.3)$ ,  $(a_3; b_3) = (4; 93)$ . Якщо провести парне порівняння кожного значення  $X_1, \dots, X_3$  з нормованими показниками  $(a_j, b_j)$  можна зробити висновок про відповідність даних значень межах норми. Тобто на основі порівняння всіх трьох показників з нормованими значеннями можна прийняти рішення про стабільність функціонування даної системи. Знаючи, що зазначені показники корельовані між собою доречно провести оцінювання на основі багатопараметричного критерію, а саме критерію Хотеллінга. Якщо застосувати карти Хотеллінга, що використовуються при оцінюванні багатопараметричної системи у присутності кореляції її показників, можна перевірити рішення і тим самим вдосконалити процес прийняття рішень.

Використання такого підходу є більш чутливим порівняно з підходом при незалежному

контролю за окремими показниками, тобто модель прийняття рішення на основі багатопараметричного критерію Хотеллінга вільні від недоліків, властивих незалежному контролю за окремими показниками, оскільки враховує вплив окремих показників один на одного і відповідно на стабільність функціонування всієї системи. Водночас слід мати на увазі, що багатовимірні моделі більш складно інтерпретуються. Моніторинг показників корельованих між собою можливий лише з використанням комп'ютерних технологій. Використання одновимірного контролю замість багатовимірного, нехай навіть і за найважливішим показником, може призвести до суттєвого спотворення результатів. Найбільш ефективно використання спеціального програмного забезпечення, що дозволяє оперативно та всебічно проаналізувати стабільність функціонування системи з використанням різних статистичних інструментів і дати найбільш об'єктивний висновок про її стабільність та необхідність вживання коригуючих дій. У зв'язку з тим, що ефективно використання універсальних програмних засобів часто можливе лише для одновимірного контролю необхідно визначити етапи багатовимірного контролю для завдань його автоматизації, зокрема.

Розглянемо етапи розрахунку багато параметричного критерію Хотеллінга. На основі наявних даних (див. таблицю) можна отримати оцінку коваріаційної матриці.

$$S = \frac{1}{n-1} \begin{vmatrix} 15,5-14,6 & 14,0-14,6 & 14,7-14,6 & \dots & 14,8-14,6 & 14,5-14,6 & 14,1-14,6 \\ 4,9-4,7 & 4,4-4,7 & 4,3-4,7 & \dots & 5,0-4,7 & 4,9-4,7 & 4,6-4,7 \\ 5,7-5,9 & 5,4-5,9 & 5,7-5,9 & \dots & 6,3-5,9 & 6,7-5,9 & 4,4-5,9 \end{vmatrix} \times$$

$$\begin{vmatrix} 15,5-14,6 & 4,9-4,7 & 5,7-5,9 \\ 14,0-14,6 & 4,4-4,7 & 5,4-5,9 \\ 14,7-14,6 & 4,3-4,7 & 5,7-5,9 \\ \dots & \dots & \dots \\ 14,8-14,6 & 5,0-4,7 & 6,3-5,9 \\ 14,5-14,6 & 4,9-4,7 & 6,7-5,9 \\ 14,1-14,6 & 4,6-4,7 & 4,4-5,9 \end{vmatrix} = \frac{1}{11} * \begin{vmatrix} 1,8 & 0,59 & 0,54 \\ 0,59 & 0,88 & 0,37 \\ 0,54 & 0,37 & 5,11 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0,16 & 0,05 & 0,05 \\ 0,05 & 0,08 & 0,03 \\ 0,05 & 0,03 & 0,46 \end{vmatrix} = 0,004.$$

Проведення розрахунку  $T^2$  — критерій Хотеллінга:

$$T_H^2 = 12 \begin{vmatrix} 14,6-14,5 & 4,7-4,4 & 5,9-6,3 \\ 7,9 & -4,73 & -0,55 \\ -4,73 & 15,6 & -0,5 \\ -0,55 & -0,5 & 2,26 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 14,6-14,5 \\ 4,7-4,4 \\ 5,9-6,3 \end{vmatrix} = 20,77.$$

На основі проведених розрахунків отримуємо,  $T_H^2 = 20,77 > T_{кр}^2 = 9,8$ . Це означає, що висновок, при прийнятті рішення про стабільність функціонування даної системи, був хибним і дана система знаходиться в нестабільному стані. Вихід даної системи з стабільного стану, впродовж часу вимірних значень, може призвести до порушення виконуваних функцій. Для прогнозування порушення функцій даної системи, необхідно визначити який саме з показників здійснює найбільший внесок в дане порушення. Для цього необхідно провести визначення коефіцієнта Хотеллінга для кожного з показників.

Знаходимо значення коефіцієнта Хотеллінга для першого показника:

$$T_{H1}^2 = \frac{12 \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,3 \\ -0,4 & \dots \end{vmatrix}^2}{\begin{vmatrix} 0,16 & 0,05 & 0,05 \\ 0,05 & 0,08 & 0,03 \\ 0,05 & 0,03 & 0,46 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}} = \frac{0,12}{0,16} = 0,75.$$

Визначаємо коефіцієнт для другого показника:

$$T_{H2}^2 = \frac{12 \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0,1 & 0,3 \\ -0,4 & \dots \end{vmatrix}^2}{\begin{vmatrix} 0,16 & 0,05 & 0,05 \\ 0,05 & 0,08 & 0,03 \\ 0,05 & 0,03 & 0,46 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{vmatrix}} = \frac{1,08}{0,08} = 13,5.$$

Аналогічно проведено розрахунок для третього показника:

$$T_{H3}^2 = \frac{12 \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0,1 & 0,3 \\ -0,4 & \dots \end{vmatrix}^2}{\begin{vmatrix} 0,16 & 0,05 & 0,05 \\ 0,05 & 0,08 & 0,03 \\ 0,05 & 0,03 & 0,46 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{vmatrix}} = \frac{1,92}{0,46} = 4,17.$$

У зв'язку з тим, що для другого показника виконується нерівність, можна зробити висновок про те, що другий показник є причиною порушення функціонального стану даної системи. Інші показники  $T_{H2}^2$  та  $T_{H3}^2$  не є причинами функціональних змін даної системи.

Проведені розрахунки доводять, що за рахунок використання багатопараметричних критеріїв при прийнятті рішення можна вдосконалити систему прийняття рішень при незалежному контролі за окремими показниками. Тобто використання багатопараметричного критерію дає більш точний результат за наявності кореляції окремих показників при прийнятті рішення щодо стабільності функціонування системи. Окрім цього використання багатопараметричного критерію Хотеллінга надає змогу визначити який саме параметр став причиною порушення функціонування даної системи, що може бути використано для коригуючих заходів.

### Висновки

Процес розробки моделі прийняття рішень дозволяє визначити залежність стабільності функціонування системи від впливу зовнішніх та внутрішніх факторів. При цьому прийняття рішення на основі незалежного оцінювання значення кожного окремого параметру може дати

хибний результат, оскільки існує їх взаємопов'язаний вплив. Так, за рахунок використання багатопараметричних критеріїв під час прийняття рішення, можна вдосконалити систему прийняття рішень.

Водночас як на основі порівняльної оцінки кожного параметру з нормованим значенням, було прийнято рішення про стабільність функціонування системи, що досліджувалась, використання багатопараметричного критерію виявило порушення в функціонуванні даної системи.

Тобто використання багатопараметричного критерію дає більш точний результат, за наявності кореляції окремих показників під час прийняття рішення щодо стабільності функціонування системи.

Окрім цього використання багатопараметричного критерію Хотеллінга надає змогу визначити який саме параметр став причиною порушення функціонування даної системи, що може бути використано для коригуючих заходів.

Використання критерію Хотеллінга є більш чутливим інструментом для визначення розгалуженості функціонування систем ніж загальноприйнятий метод дослідження за нормованими показниками, що і було продемонстровано в наведених дослідженнях.

Використання багатопараметричних критеріїв для визначеності функціонального стану складних об'єктів дозволяють не тільки зробити висновок про порушення їх роботи, але і надають досліднику можливість визначити, який саме з показників надав суттєвий вплив на розгалуженість усієї системи та запровадити заходи щодо повернення стану системи в зону стабільності.

Використання критерію Хотеллінга є більш чутливим інструментом для визначення розгалуженості функціонування систем ніж загальноприйнятий метод дослідження за нормованими показниками, що і було продемонстровано в наведених дослідженнях.

**Хращевський Р. В., Іванець О. Б., Жарова О. В.**

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ БАГАТОПАРАМЕТРИЧНОГО КРИТЕРІЮ**

*У статті запропоновано підхід до використання багатопараметричного критерію в моделі прийняття рішень щодо функціонального стану складних об'єктів, у яких сутність невизначеності виявляється в тому, що при наявності необмеженої кількості станів оцінка ймовірності настання кожного з цих станів неможлива через відсутність способів їх оцінки. На практиці такі об'єкти характеризується кількома показниками, які іноді можуть бути корельовані, що створює складнощі при прийнятті рішення щодо їх стану. Процес розробки моделі прийняття рішень дозволяє визначити залежність функціонального стану досліджуваної системи від впливу зовнішніх факторів, що може бути здійснена за рахунок коливань вимірних значень його показників. При цьому прийняття рішення на основі незалежного оцінювання значення кожного окремого*

## **ЛІТЕРАТУРА**

- [1] Щапов П. Ф., Іванець О. Б., Севрюкова О. С. Динамічні властивості часового ряду результатів біомедичних вимірів. *Наукоємні технології*. 2020. № 2(46). С. 236–244. DOI: 10.18372/2310-5461.46.14811.
- [2] ISO 7870-1, 2...6: 2014. Shewhart control charts. Part 1–6.
- [3] ISO 7870-4:2011 Control charts – Part 4: Cumulative control charts
- [4] Еременко В. С., Буриченко М. Ю., Іванець О. Б. Метод обробки результатів вимірюванням єдиничних показників. *Наукоємні технології*. 2020. № 3 (47), Р. 392–398. DOI: 10.18372 / 2310-5461.47.14937.
- [5] Volodarsky E., Kosheva L., Dobrolyubova M., Warsza Z. Zastosowanie kart kontrolnych Hotelinga w kontroli jakości wielu parametrow procesu technologicznego. *Przemysl chemiczny*. 2018. Т. 97, No. 4. Pp. 579–583. DOI 10.15199/62.2018.4.13
- [6] Hilliard A., Jamieson G. Recursive Estimates as an Extension to CUSUM-based Energy Monitoring & Targeting. *Proceedings of the 2013 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry Niagara Falls, NY: ACEEE*. 2013. P. 4–13.
- [7] Іванець О. Б., Морозова І. В. Назарчук М. А., Миколушко А. М. Іваницький Є. С., Синтез інформаційної системи діагностування складних об'єктів. *Український метрологічний журнал*. 2020. №1 А. С. 50–51. DOI : 10.24027/2306-7 039.1A.2020.193279
- [8] Kuzmin V., Zaliskyi, M., Odarchenko, R., oth. Method of Probability Distribution Fitting for Statistical Data with Small Sample Size. *2020 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2020 – Proceedings, 2020*, pp. 221–224
- [9] Solomentsev, O., Zaliskyi, M., Shcherbyna, O., Kozhokhina, O. Sequential Procedure of Changepoint Analysis during Operational Data Processing. *Proceedings of 2020 IEEE Workshop on Microwave Theory and Techniques in Wireless Communications, MTTW 2020* this link is disabled, 2020, Pp. 168–171, 9245068.

параметру може дати хибний результат, оскільки існує їх взаємопов'язаний вплив. Так, за рахунок використання багатопараметричних критеріїв при прийнятті рішення, можна вдосконалити систему прийняття рішень. В той час як на основі порівняльної оцінки кожного параметру з нормованим значенням було прийняте рішення про стабільність функціонування системи, що досліджувалась, використання багатопараметричного критерію виявило порушення в функціонуванні даної системи. Тобто використання багатопараметричного критерію дає більш точний результат, за наявності кореляції окремих показників при прийнятті рішення щодо стабільності функціонування системи. Окрім цього використання багатопараметричного критерію Хотеллінга надає змогу також визначити який саме параметр став причиною порушення функціонування даної системи, що може бути використано для корегуючих заходів. Використання критерію Хотеллінга є більш чутливим інструментом для визначення розгалуженості функціонування систем ніж загальноприйнятий метод дослідження за нормованими показниками, що і було продемонстровано в наведених дослідженнях.

**Ключові слова:** медичні показники, статистична обробка, процес вимірювання, кількісне оцінювання.

**Khrashchevskiy R., Ivanets O., Jarova O.**

#### **EVALUATION OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE ORGANISM ON THE BASIS OF THE DANGEROUS SAFETY CRITERIA**

*The paper proposes an approach to the use of many parametric criteria in the model of decision-making on the functional state of complex objects in which the essence of uncertainty is that in the presence of an unlimited number of states it is impossible to estimate the probability of each of these states. In practice, such objects are characterized by several indicators, which can sometimes be correlated, which creates difficulties in deciding on their condition. The process of developing a decision-making model allows determining the dependence of the functional state of the studied system on the influence of external factors, which can be done due to fluctuations in the measured values of its indicators. However, making a decision based on an independent assessment of the value of each individual parameter may give the wrong result, as there is an interrelated effect. Thus, by using many parametric criteria in decision making, you can improve the decision-making system. While on the basis of a comparative assessment of each parameter with a normalized value, a decision was made on the stability of the system, which studied the use of many parametric criteria revealed violations in the functioning of this system. That is, the use of many parametric criteria gives a more accurate result, in the presence of correlation of individual indicators when deciding on the stability of the system. In addition, the use of the multi-parameter Hotelling criterion also allows determining which parameter caused the malfunction of the system, which can be used for corrective action. Has been demonstrated in these studies. The use of many parametric criteria to determine the functional state of complex objects allows not only to draw conclusions about the violation of their work, but also give the researcher the opportunity to determine which of the indicators had a significant impact on the branching of the whole system. The use of the Hotelling criterion is a more sensitive tool for determining the ramifications of the functioning of systems than the generally accepted method of research on standardized indicators, which was demonstrated in these studies.*

**Keywords:** functional state; body subsystems; the criterion of danger; deviation from the norm; quantitative evaluation.

Стаття надійшла до редакції 15.11.2021 р.  
Прийнято до друку 15.12.2021 р.