

1. Stalemate, 48027Ukraine(UA),MPK,B21D22/02 (2006.01),Method of computer-integrated through preproduction and making of details of stamps/V. Kvasnikov, G. Kleshev. L. Kolomiez and dr., a declarant is Odesa State Institute of the Measuring technique, date of presentation of request 27.07.2009, publik., 10.03.2010, Bullet №5
2. Kleshev G. Adaptive through computer technology of management preproduction and making of details of stamps on a base stamp - ready-to-cook foods/ of G. Kleshev. it is Odesa//Under the general release of doctor of engineering sciences, professor L. Kolomiez.2010.- 283c.
3. Kleshev G. Aspects of theory of mass maintenance of in of new through technology of automation of processes of management of making of stamp instrument / of G. Kleshev // the International scientific and technical magazine «the Measuring and calculable technique in technological processes».Khmelnitsky.B..№1 2013. C. 195-198.

Рецензія/Peer review : 7.7.2013 p. Надрукована/Printed :21.12.2013 p.

УДК 005.311.2:004.94(045)

А.О. ХЛЕВНИЙ

Національний авіаційний університет

МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ВИРОБНИЦТВА

Представлено алгоритм методу оцінки якості системи управління технологічною підготовкою виробництва який базується на ключових показниках ефективності системи технологічної підготовки виробництва.

Ключові слова: технологічна підготовка виробництва, ефективність управління, ключові показники ефективності

A.O. HLEVNYI

National Aviation University

METHOD OF EVALUATION OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEM TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION

Abstract - Defined six determined the key factors that affect the efficiency and effectiveness of the management system of technological preparation of production. Presents and analyzes the results of expert evaluation of key metrics by pairwise comparisons. The algorithm of the method of assessing the quality management system technological preparation of production based on key performance indicators of technological preparation of production.

Keywords: technological preparation of production, performance management, key performance indicators

Вступ

Однією з найактуальніших задач в промисловому виробництві є підвищення ефективності управління технологічною підготовкою виробництва (ТПВ), а для цього необхідно визначити стан системи ТПВ у певний момент часу і напрям вдосконалення управління її найменш ефективними показниками.

Тому розробка методу оцінки якості системи управління ТПВ за допомогою ключових показників ефективності є важливою науково-практичною задачею, яка дозволить виявляти «вузькі» місця у системі ТПВ, і вдосконалити існуючу інформаційно-організаційну систему управління ТПВ.

Основний матеріал

Ключовими показниками управління системою ТПВ з точки зору її ефективності та результативності визначено наступні показники [1, с 189-194]: 1. Коефіцієнт виконання плану розробки конструкторсько-технологічної документації (КТД) за номенклатурою; 2. Середня вартість розробки комплексу КТД; 3. Загальний час процесу розробки КТД; 4. Сумарна кількість листів сповіщень про зміни за рік; 5. Кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається згідно ІСО 9000:2008; 6. Річна сума інвестицій в програмне і апаратне забезпечення конструкторсько-технологічного бюро (КТБ).

Значна кількість показників (шість) призводить до необхідності вирішення оптимізаційної багатокритеріальної задачі [2]. На практиці існують методи вирішення таких задач, але слід відмітити необхідність введення додаткових умов, або «заморожування» деяких факторів, тому пропонується визначити вагові коефіцієнти для обраних показників, використовуючи метод парних порівнянь Л.Терстоуна, та ввести показник ефективності, як функцію зазначених показників.

Для розрахунку вагових коефіцієнтів аспектів скористаємось методом парних порівнянь [3,4], який використовується для рішення широкого кола задач, що включають в себе певні методи збору даних, а також способи побудови на їх основі оціночних шкал. Суть методу полягає в порівнянні об'єктів між собою. Об'єкти порівнюються попарно по відношенню до їх дії на загальну для них характеристику. В таблиці 1 наведено шкалу відносної важливості аспектів при їх попарному порівнянні.

Основним елементом для представлення інтенсивності взаємного впливу аспектів є матриці парних порівнянь (МПП) $\|A\| = (a_{ij})$, приклад (табл. 1). Кінцевою метою порівняння аспектів є визначення їх рейтингу серед множини $A = (a_1, a_2, \dots, a_{12})$, яка розглядається, вираженого через вагові коефіцієнти g_i .

Якщо позначити долю фактора a_i через w_j (ступінь переваги, яку проставляє експерт у відповідності до табл.1, то елементи матриці $\|A\|$ розраховуються за формулою:

$$a_{ij} = \frac{w_j}{w_i} \quad (1).$$

Таблиця 1

Шкала відносної важливості при попарному порівнянні

Ступінь переваги	Визначення
0	Незалежні
1	Рівні, важливість однакова
2	Є певна перевага, можливо виділити деяку перевагу одного аспекту над іншим
3	Абсолютна перевага

Власний вектор МПП визначає порядок важливості аспектів в кількісному виразі. Інколи значення власного вектору МПП називають вектором пріоритетів, а власне значення є мірою погодженості оцінок.

Значення вагового коефіцієнту g_i (власного вектору МПС) знаходиться методом середнього геометричного вимірювання розрахунків між аспектами, які оцінюються, за формулою:

$$g_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \left(\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \right)}, \quad (2)$$

де n - кількість аспектів (в нашому випадку 6).

Позначимо ключові показники діяльності для ТПВ, через відповідні умовні скорочення:

a_1 - коефіцієнт виконання плану розробки КТД за номенклатурою $K_{КТД_i}$;

a_2 - середня вартість розробки комплексу КТД - $\bar{B}_{КТД}$;

a_3 - загальний час процесу розробки КТД - $T_{КТД}$;

a_4 - сумарна кількість листів сповіщень про зміни (СЗ) за рік $K_{СЗ}$;

a_5 - кількість протоколів невідповідності продукції, яка випускається згідно ІСО 9000:2008 K_{ISO} ;

a_6 - річна сума інвестицій в програмне і апаратне забезпечення КТБ $I_{ПАЗ}$.

Визначені детерміновані ключові показники діяльності КТПВ направлені на підвищення ефективності та результативності управління системою технологічної підготовки в рамках роботи всього підприємства.

Випадкових факторів, які впливають на процес і систему управління доволі багато, але як показує практика вплив випадкових факторів незначний і їх можна виключити з моделі.

В якості даних для експертної оцінки автором взяті виробничі дані ТПВ, базових для даного дослідження машинобудівних підприємств України.

Для визначення ступеню вагомості ключових показників діяльності необхідно сформулювати цільову функцію для оцінки ефективності $\Phi_E = f(a_i)$, та визначитися з засобами досягнення екстремуму зазначеної функції:

$$\Phi_E = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot a_i \quad (3)$$

Таблиці попарних порівнянь формуються на основі висловлювань експертів у предметній галузі, приклад таблиця 2. Оскільки думки експертів щодо підходів по збільшенню ефективності та результативності системи суттєво різняться, було виділено три позиції експертів:

1. Експерти вважають що основною характеристикою системи управління ТПВ є виконання планів розробки КТД за номенклатурою та якість розробленої документації.

2. Експерти вважають, що основною характеристикою, яка описує якість системи управління ТПВ є середня вартість розробки комплексу КТД, та загальний час процесу його розробки.

3. Експерти вважають, що найбільш точною оцінкою якості управління ТПВ буде показник виконання планів розробки КТД за номенклатурою, що є наслідками мінімізації часу розробки та чіткому плануванню концепції виробу на початкових етапах проектування, що призведе до мінімізації змін під час розробки та безпосередньо випуску продукції (таблиця 2)

Визначивши власний вектор МПП, тобто вагові коефіцієнти ключових показників діяльності,

необхідно знайти головне власне значення МПП λ_{\max} , для оцінки погодженості висловів експертів, тобто експертних оцінок щодо визначення вагомості кожного показника. Ступінь погодженості експертних оцінок наближається до повної при $\lambda_{\max} = n$, де n - розмірність МПП, або кількість ключових показників діяльності. Головне власне значення МПП представляє собою суму відхилень оцінок парних порівнянь від ідеального значення. Відхилення оцінок парних порівнянь від ідеального значення розраховується як множення нормалізованої оцінки для кожного об'єкту на сумарне значення оцінок для нього, виставлених експертами:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \left[g_i \cdot \sum_{j=1}^n a_{ji} \right]. \quad (4)$$

Таблиця 2

Вагові коефіцієнти для 3-го варіанту оцінки системи управління КТПВ.

Показники	$K_{КТД_i}$	$\bar{B}_{КТД}$	$T_{КТД}$	$K_{СЗ}$	K_{ISO}	$I_{ПАЗ}$	g_i
$K_{КТД_i}$	1,00	1,00	1,00	3,00	2,00	3,00	0,248
$\bar{B}_{КТД}$	1,00	1,00	0,50	0,33	1,00	2,00	0,127
$T_{КТД}$	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,216
$K_{СЗ}$	0,33	3,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,220
K_{ISO}	0,50	1,00	0,50	0,33	1,00	2,00	0,113
$I_{ПАЗ}$	0,33	0,50	0,50	0,33	0,50	1,00	0,075

Під час попарного порівняння ключових показників діяльності експертами виставляється оцінка, яка показує на скільки вага одного показника більше ніж іншого. Експерт може припустити помилку під час порівняння іншої пари показників, що неминуче призведе до протиріччя результатів. Для виявлення саме таких протиріч використовується кількісна оцінка – індекс погодженості. Якщо відхилення від погодженості перевищує встановлені значення, то необхідно коректувати МПП, відхилення від погодженості може бути виражене виличної відношення:

$$I_{\Pi} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}. \quad (5)$$

Так як використовується дискретна шкала відносної важливості, виникає питання невідповідності реальних та ідеальних оцінок. Для повного розрахунку погодженості парних порівнянь розраховується кількісна оцінка відносної погодженості - $I_{ВП}$, як відношення індексу погодженості до середнє статистичного індексу погодженості при випадковому виборі коефіцієнтів МПП. Відносна погодженість для системи в цілому характеризує зважене середнє значення відносної погодженості по всім матрицям порівнянь. Дані можемо вважати практично погодженими, якщо значення відносної погодженості менше 0,1 [5,6]. Середнє значення випадкового індексу для кількості параметрів 6 дорівнює 1,24.

В таблиці 3. приведені відповідні параметри погодженості зазначених варіантів рішень експертів щодо вагомості певних ключових показників діяльності.

Таблиця 3

Погодженість висловів експертів.

Варіанти рішень	λ_{\max}	I_{Π}	$I_{ВП}$
Варіант 1	6,61	0,122	0,098
Варіант 2	6,29	0,058	0,047
Варіант 3	6,45	0,091	0,073

Як видно з результатів розрахунків рішення експертів у всіх трьох випадках є погодженими.

Стан системи управління ТПВ у дискретні моменти часу може бути визначений через оцінку ключових показників діяльності підрозділів, які виконують функції ТПВ. Кожний з ключових показників може бути представлений рядом дискретних значень в певний момент часу.

В загальному вигляді стан системи управління ТПВ може бути представлений вектором у просторі $\rightarrow \Phi_E$, який характеризується парою точок. За базову точку будемо розглядати, точку, яка характеризує початковий стан системи Φ_{E0} . Стан системи в певний момент часу характеризується точкою Φ_E та являє

собою кінець вектора $\vec{\Phi}_E$. Величина вектора характеризує рівень ефективності системи управління ТПВ.

Введені в роботі ключові показники діяльності $K_{КТД_i}$, $T_{КТД}$, $\bar{B}_{КТД}$, $K_{СЗ}$, K_{ISO} , $I_{ПАЗ}$ можуть бути представлені відповідними наборами числових значень у дискретні періоди часу:

$$\Phi_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}, \quad (6)$$

де a_i – значення відповідного показника діяльності $i = \overline{1,6}$.

Значення параметрів $\{a_1, \dots, a_6\}$ будемо розглядати як координати точки Φ_E в афінному просторі А. Афінний простір подібний до векторного простору, але всі точки цього простору є рівноправними і в ньому, не визначене поняття початку відліку [7]. Тоді різним станам системи управління підготовкою виробництва будуть відповідати різні точки в просторі А в певні періоди часу рис.1.

Кожна пара точок простору А однозначно визначає вектор $\vec{\Phi}_E$, який належить асоційованому лінійному простору L . Так точкам $\Phi_{E0} = \{a_{10}, a_{20}, a_{30}, a_{40}, a_{50}, a_{60}\}$ та $\Phi_E = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\}$ відповідає вектор $\vec{\Phi}_E = \Phi_{E0} \Phi_E = \{\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \tilde{a}_4, \tilde{a}_5, \tilde{a}_6\}$, де $\tilde{a}_i = a_i - a_{i0}, i = \overline{1,6}$.

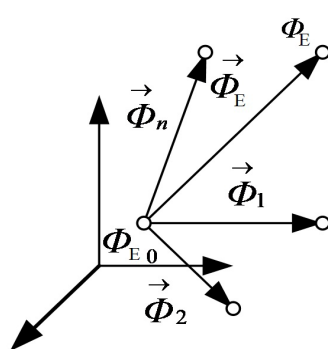


Рис. 1. Стани системи ТПВ

Враховувавши, що в афінному просторі не введено поняття початку відліку, визначивши точку Φ_{E0} як базову точку простору А, яка є початком

всіх векторів $\vec{\Phi}_E$, будемо вважати що точці Φ_{E0} відповідає початковий стан системи управління ТПВ.

Наступні стани системи управління будуть описані іншими точками в просторі А у різні періоди часу. Це можуть бути дискретні, заздалегідь визначені періоди часу для здійснення оцінки динаміки розвитку системи управління ТПВ, або разові оцінки в змінах якості системи ТПВ після впровадження певних організаційно-технічних удосконалень.

Оскільки практично всі показники діяльності мають певні розмірності, тобто вимірюються в різних одиницях виміру: штуки, гривні, місяці і грн./комплект, необхідно перевести їх до координат без розміру, тобто відносних одиниць для роботи в одному просторі А. Перехід здійснюється за наступною формулою:

$$\bar{a}_i = \frac{a_i - a_{i0}}{a_{i0}}. \quad (7)$$

Перехід до безрозмірних координат в лінійному просторі має просту інтерпретацію [8]:

$$\vec{\Phi} = \sum_{i=1}^6 \bar{a}_i \cdot e_i, \quad (8)$$

де e_i стандартний базис лінійного простору.

Введена в попередньому розділі цільова функція для визначення рівня показника ефективності системи управління $\Phi_E = f(a_i)$, може бути перетворена з урахуванням 6, 7 та 3 і прийме вигляд:

$$\Phi_E = \sum_{i=1}^6 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2, \quad (9)$$

де g_i – вагові коефіцієнти, розраховані за різними сценаріями (таблиці 2-4).

Таблиця 4

Перехід до безрозмірних величин показників діяльності.

Показник діяльності	$\vec{\Phi}_E \rightarrow \max$ при,	Формула нормування
$K_{КТД_i}$	$\rightarrow \max$	$\bar{a}_i = \frac{a_i - a_{i0}}{a_{i0}}$
$I_{ПАЗ}$	$\rightarrow \max$	
$T_{КТД}$	$\rightarrow \min$	$\bar{a}_i = \frac{a_{i0} - a_i}{a_i}$
$\bar{B}_{КТД}$	$\rightarrow \min$	
$K_{СЗ}$	$\rightarrow \min$	
K_{ISO}	$\rightarrow \min$	

Під рівнем ефективності системи управління ТПВ Φ_E будемо розуміти позитивний приріст вектора

$\vec{\Phi}$ по відношенню до його початкового стану.

В зв'язку з тим що показники діяльності мають різну природу, вони впливають на систему не однаково, так збільшення одних призводить до збільшення показника ефективності систему управління, а інших до погіршення стану. Тому розрахунок нормованих показників діяльності буде здійснюватися за наступними формулами (таблиця 4)

В зв'язку з цим формула 9 прийме вигляд:

$$\Phi_E = \alpha \sum_{i=0}^6 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2 - \beta \sum_{i=0}^6 g_i \cdot (\bar{a}_i)^2 \quad (10)$$

Значення вектору \bar{a}_i стану за кожним показником береться для розрахунків з відповідними знаками в залежності від позитивної чи негативної динаміки розвитку системи управління. Друга складова враховує від'ємну динаміку в розвитку показників. Вагові коефіцієнти α, β як правило дорівнюють 1.

Як зазначалося в раніше вагові коефіцієнти g_i можуть розраховуватися за різними сценаріями в залежності від стратегічних задач та ресурсів, які є у розпорядженні підприємства для реалізації заходів щодо підвищення ефективності підрозділів, задіяних у ТПВ.

Таким чином суть та послідовність обробки інформації в рамках розробленого методу оцінки якості системи управління ТПВ може бути представлена наступним алгоритмом рис. 2.

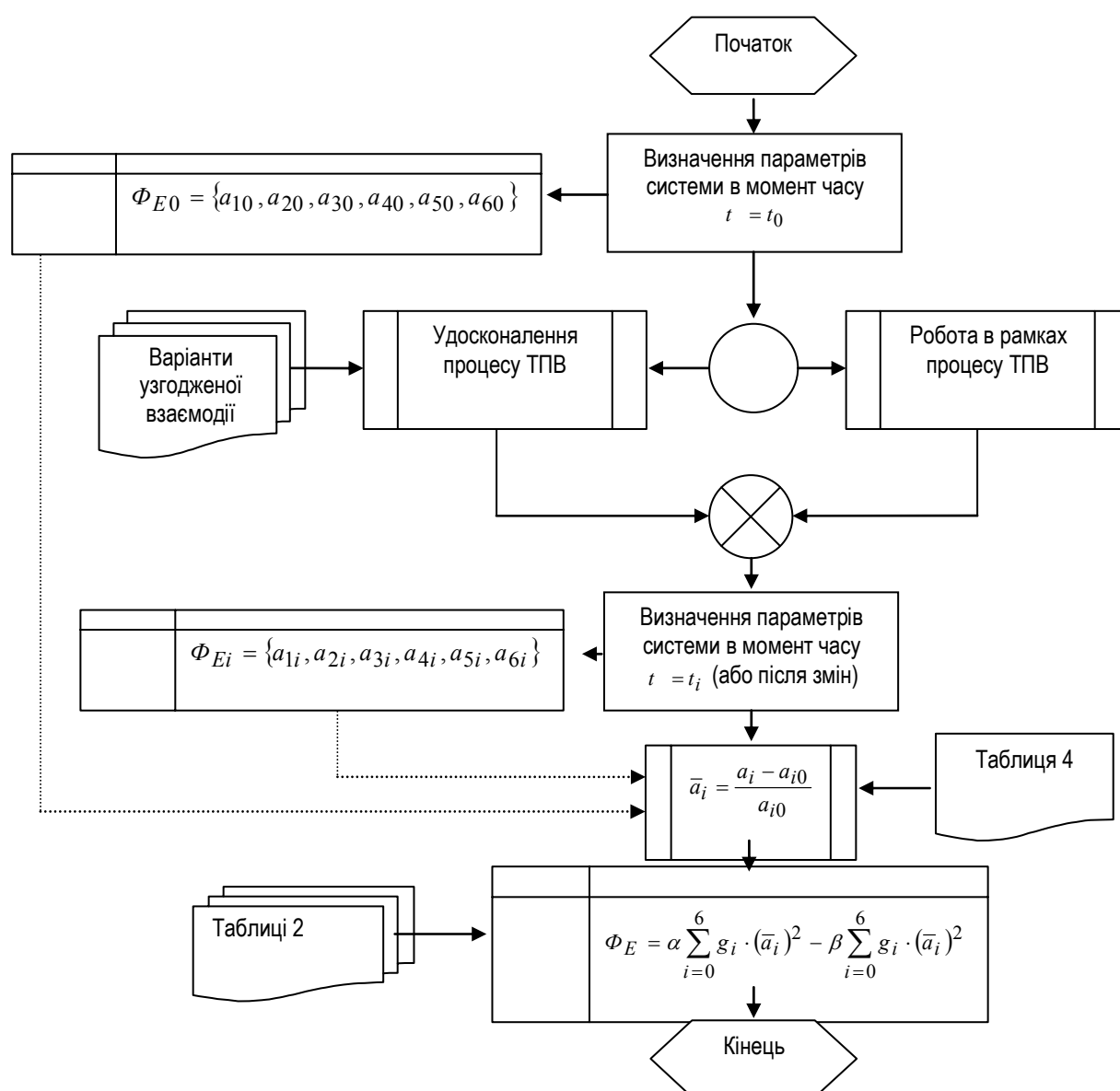


Рис. 2. Алгоритм методу оцінки якості системи управління технологічної підготовкою виробництва.

У випадку коли розроблені планові показники діяльності, для досягнення бажаного рівня системи

управління ТПВ, можливим стає розрахунок планового значення $\Phi_E - \Phi_{EP}$.

Також можна знайти коефіцієнт, який характеризує близькість фактичного стану системи управління ТПВ до бажаного у відносних одиницях (11):

$$K_E = \frac{\Phi_E}{\Phi_{EP}}. \quad (11)$$

Висновки

Розроблено алгоритм відбору та ранжирування ключових показників діяльності в процесах ТПВ з використанням методу парних порівнянь та використання статистичних методів дослідження, що дозволило побудувати систему комплексної оцінки стану системи управління ТПВ, та не вирішувати багатокритеріальну оптимізаційну задачу щодо знаходження екстремуму функції якості системи.

Розроблено метод оцінки якості системи управління ТПВ, основою якого є визначення домінуючих ознак системи за визначеними ваговими коефіцієнтами ключових показників діяльності та побудови вектору стану системи в часі, що дає змогу оцінювати як стан системи в часі, так і безпосередньо оцінювати ступінь впливу на систему управління різноманітних змін.

Література

1. Павленко, П.М. Метод відбору ключових показників ефективності технологічної підготовки виробництва / П.М. Павленко, А.О. Хлевний // Вісник інженерної академії України. – 2013. – №3-4. – С.189-194.
2. Експертні технології прийняття рішень: монографія/ [Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк]. – К. : ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
3. Петров К.Э. Компараторная структурно-параметрическая идентификация моделей скалярного многофакторного оценивания: Монография / К.Э. Петров, В.В. Крючковский. – Херсон: Олдиплюс, 2009. – 294с.
4. Панкова Л.А. Организация экспертизы и анализ экспертной информации / Панкова Л.А., Петровский А.М., Шнейдерман М.В. – М.: Наука, 1998. – 120 с.
5. Большев Л.Н. Таблицы математической статистики / Большев Л.Н., Смирнов Н.В. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
6. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика: учебное пособие / Лагутин Михаил Борисович. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 472 с.
7. Беклемишев Д.В. Аналитическая геометрия и линейная алгебра. – М.: Высшая школа, 1998. – 320с.
8. Шафаревич И.Р. Линейная алгебра и геометрия / И.Р. Шафаревич, А.О. Ремизов. – М.: Физматлит, 2009. – 511 с.

References

1. Pavlenko P.M., Hlevnyy A.O., Metod vidboru klychovukh pokaznikov effektivnosti tekhnologichnoi pidgotovku vurobnuctva, Visnik ingenernoi akademii Ukrainu, 2013, № 3-4, pp.189 -194.
2. Gnatiyenko G.M., Snutyk V.E., Ekspertni tekhnologii prunyatt'a richen', monohrafiya, Kuiv, TOV "Maklaut", 2008, 444p.
3. Petrov K.E., Kryuchkovskyy V.V., Komparatornaya strukturno-parametrycheskaya ydentyfikatsyya modeley skalyarnoho mnohofaktornoho otsenyvaniya, monohrafiya, Kherson, Oldyplyus, 2009, 294p.
4. Pankova L.A., Petrovskyy A.M., Shneyderman M.V., Orhanyzatsyya ekspertyzy y analiz ekspertnoy ynformatsyy, Moscow, Nauka, 1998, 120 p.
5. Bol'shev L.N., Smyrnov N.V., Tablytsu matematycheskoy statystky, Moscow, Nauka, 1983, 416 p.
6. Lahutyn M.B. Nahlyadnaya maktematycheskaya statystyka: uchebnoe posoby, Moscow, BYNOM. Laboratoriya znanyy, 2007. 472 p.
7. Beklemyshev D.V. Analytycheskaya heometryya y lyneynaya alhebra, Moscow, Vusshaya shkola, 1998, 320p.
8. Shafarevych Y.R., Remyzov A.O., Lyneynaya alhebra y heometryya, Moscow, Fyzmatlyt, 2009, 511 p.

Рецензія/Peer review : 8.7.2013 р. Надрукована/Printed :21.12.2013 р.