



УДК 623.618:681.5

## IMPROVED METHOD OF ASSESSING THE TECHNICAL LEVEL OF PROJECTS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS AND SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEXES

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ ПРОЕКТІВ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ КОМПЛЕКСІВ

Semchak O.M./Семчак О.М.

ORCID: 0000-0002-4480-2393

Military academy Odessa Phontanska doroha str., 10, Odesa, Ukraine, 65000

Військова академія (м.Одеса) вул. Фонтанська дорога, 10, м. Одеса, Україна, 65000

Levchenko A.O./Левченко А.О.

s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0003-4423-8267

Odessa I. I. Mechnikov National University

Dvoryanskaya str., 2, Odesa, Ukraine, 65000

Одеський національний університет імені І. І. Мечнікова

вул. Дворянська, 2, м. Одеса, Україна, 65000

**Анотація.** Пропонується метод оцінки технічного рівня проведення техніко-економічних розрахунків при розробці пропозиції з фінансування розробки проектів їх створення.

**Ключові слова:** локальних обчислювальні мережі, програмно-апаратні комплекси, показники якості, прогнозування параметрів, експертна оцінка, короткострокове прогнозування

### Вступ.

Розробка перспективних технічних засобів створення локальних обчислювальних мереж та програмно-апаратних комплексів може бути охарактеризована безліччю параметрів  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ , які використовуються при оцінці технічного рівня перспективних технічних засобів. На етапі розробки технічних засобів і обґрунтуванню вимог до них приводиться, як правило, дуже велика кількість розрахункових параметрів. В зв'язку з тим що, надмірне різноманіття параметрів (показників якості) ускладнює оцінку технічного рівня перспективних локальних обчислювальних мереж та програмно-апаратних комплексів у цілому, виникає завдання пошуку загальних критеріїв, які відображають в цілому рівень розвитку апаратної складової локальних обчислювальних мереж. Процедура перетворення інформації зводиться до пошуку алгоритму, котрий дозволить звести різноманіття (множину) параметрів  $P$  до раціонального числа критеріїв, щоб оцінити перспективність нових розробок в порівнянні з тими, які експлуатуються певний час.

### Основний текст

Для оцінки інженерно-технічного рівня перспективних рішень з реалізації локальних обчислювальних мереж в цілях короткострокового прогнозування в роботі [1] запропоновані два узагальнених критерія:



Критерій технічного рівня  $K_1$ , який характеризує нову розробку по відношенню до існуючих того ж цільового призначення та реалізованим з урахуванням можливостей вітчизняних розробників

$$K_1 = [\sum_{i=1}^{i=S} K_{mi} \varphi(i)] / [\sum_{i=1}^{i=S} \varphi(i)], \quad (1)$$

Критерій технічного рівня  $K_2$ , котрий характеризує нову розробку ОКСИ по відношенню до існуючих та реалізованих закордоном (2)

$$K_2 = [\sum_{i=1}^{i=S} K_{mi} \varphi(i)] / [\sum_{i=1}^{i=S} \varphi(i)], \quad (2)$$

де  $\varphi(i)$  – функція, що нормує вагу параметрів в наявній множині;  $K_n, K_m$  – числові параметри, які являють собою співвідношення розповсюджених числових параметрів нової розробки до параметрів існуючих приладів для раціональних категорій і нераціональних категорій;  $S$  – число параметрів.

Під раціональним критерієм параметрів мається на увазі параметри, які мають сенс з точки практичного використання локальних обчислювальних мереж чи таких їх складових як: програмно-апаратні чи інформаційно-вимірювальні комплекси.

Нераціональні – які не мають сенсу з точки зору експлуатаційних можливостей локальних обчислювальних мереж (наприклад виробники вже зараз пропонують монітори з роздільною здатністю більше 7000 пікселів, але чи є сенс в відповідному показнику моніторів при створенні локальних обчислювальних мереж).

При прогнозуванні розвитку складних технічних систем та програмно-апаратних комплексів на основі аналізу результатів патентних досліджень та інших параметричних джерел для визначення показників технічного рівня необхідні наступні вихідні дані:

1. Найменування параметрів котрі характеризують нову розробку складних технічних систем та програмно-апаратних комплексів;

2. Значення числового параметру для кращого складних технічних систем та програмно-апаратних комплексів розробки вітчизняних компаній за іноземним замовленням, наявного в серійному виробництві  $P_0$ ;

3 Значення числового параметру для кращого приладу закордонного виробництва  $P_3$ ;

4 Значення числового параметру для кращого прогнозованого складних технічних систем та програмно-апаратних комплексів (нового технічного замовлення на розробку локальних обчислювальних мереж, програмно-апаратного чи інформаційно-вимірювального комплексу)  $P$ .

1.1 Точність вимірювання 1.2–  $\Delta_0$ , 1.3–  $\Delta_3$ , 1.4–  $\Delta$ ;

2.1 Діапазон вимірювання або динамічний діапазон

2.2 –  $D_{B0} - D_{N0}, \text{Lg}(D_{B0}/D_{N0})$ ;



$$2.3 - D_{B3} - D_{M3}, Lg(D_{B3}/D_{M3});$$

$$2.4 - D_B - D_M, Lg(D_B/D_M).$$

3.1 Діапазон вимірювання неінформативного параметру або динамічний діапазон:

$$3.2 - D_{BMO} - D_{NMO}, Lg(D_{BMO}/D_{NMO});$$

$$3.3 - D_{B3N} - D_{M3N}, Lg(D_{B3N}/D_{M3N});$$

$$3.4 - D_{BN} - D_{MN}, Lg(D_{BN}/D_{MN}).$$

4.1 Стійкість до зовнішніх впливаючих факторів:

$$4.2 - K_{BB\Phi};$$

$$4.3 - K_{BB\Phi_i};$$

$$4.4 - K_{BB\Phi}.$$

5.1 Рівень сумісності 5.2 -  $K_{COB_0}$ , 5.3 -  $K_{COB_2}$ , 5.4 -  $K_{COB}$ .

6.1 Рівень автоматизації 6.2 -  $K_{ABT_0}$ , 6.3 -  $K_{ABT_2}$ , 6.4 -  $K_{ABT}$ .

7.1 Середній час напрацювання до відмови 7.2 -  $T_{O_0}$ , 7.3 -  $T_{O_2}$ , 7.4 -  $T_O$ .

8.1 Середній строк служби 8.2 -

$$T_{Cл_0}, 8.3 - T_{Cл_2}, 8.4 - T_{Cл}.$$

$$T_{B_0}, T_{B_2}, T_B,$$

9.1 Середній час відновлення

$$T_{P_0}, T_{P_2}, T_P,$$

10.1 Середній ресурс

Множення параметрів  $P$ , котрі характеризують нову розробку, може бути розширено або зменшено для конкретного типу елементів апаратної складової інформаційно-вимірювального комплексу. Наприклад, в склад параметрів  $P$  можуть входити: проміжно-перевірочний інтервал, гарантійний термін служби, габарити, маса, повні витрати та інше. В список параметрів доцільно вводити параметри, що відображують перспективні елементи інформаційно-вимірювального комплексу з позиції якості виробу та його експлуатаційної ефективності. Враховуючи це, недоцільно насичувати список малозначимими параметрами.

Значення параметрів вибираються [2] в робочій документації що обумовлює створення програмно-апаратного чи інформаційно-вимірювального комплексу, а також можуть визначатися в відповідності з домовленостями представників замовника та установи-виконавця робіт з монтажу обчислювальної мережі чи інформаційно-вимірювального комплексу [3].

В практичних розрахунках для визначення функції  $\varphi_{(t)}$  доцільно застосовувати комбінований підхід. Для цього на експертів покладається тільки



завдання утворення множини параметрів, тобто в кінцевому результаті розстановки їх в анкеті параметрів (табл.2) в спадаючій послідовності.

Нормуюча функція в абсолютному вигляді визначається по формулі

$$\phi_i = i/2^{i-1}, \quad (3)$$

де  $i$  – номер параметра в утворювальній послідовності.

Абсолютні значення функції  $\phi_{(i)}$  вираховані за формулою (3) для  $S = 10$ .

Таблиця 2

Вага Параметра	Номера параметрів в утворювальній послідовності											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
абсолютне значення	1.00	1.00	0.75	0.5	0.31	0.187	0.11	0.052	0.035	0.0195		0.00

При визначенні функції  $\rho_{(i)}$  пропонується використовувати метод експертних оцінок. Для цього необхідно експертам відправити перелік параметрів прогнозування і поставити завдання. Состав експертної групи повинен визначатися в залежності від конкретного виду вимірювань. Прерогатива первинного ранжирування параметра повинна належати розробникам(авторам) нових технічних систем. У ряді випадків ранжирування параметрів по їх значимості, запропонованого авторами розробки, виявляється достатньо для подальших прогнозних оцінок, здійснюваних прогнозистами в сукупності з розробниками технічних систем або тільки прогнозистами. В випадку, коли автори нової розробки технічних систем чи програмно-апаратного, інформаційно-вимірювального комплексу ускладнюється самотійно виконати процедуру ранжирування або прогнозистами не виявляється можливим залучити їх для цих цілей, то в групі експертів організовується додатково група, в завдання якої входить виконати процедуру ранжирування.

Не виключений також випадок, коли експерти залучаються і при наявності авторів розробки, виконуючи функцію контролю.

Завдання для експертів можливо оформити в двох аспектах: просити експертів виконати нормування параметрів по їх вазі або виконати тільки ранжирування параметрів по їх прогнозній значимості в даній новій розробці технічних систем, програмно-апаратних (інформаційно-вимірювальних комплексів). Якщо врахувати, що експерта дані рамки нормування ваги параметрів, наприклад, від  $\phi_{(i)} = 1$  до  $\phi_{(i)} = 0$  (де  $i$  – номер параметра в ранжирувальній послідовності), то при рішенні задачі нормування автоматично вирішується задача ранжирування, так як не виникає ускладнень проранжувати параметри, вага котрих відома.

Якщо необхідно перевірити і визначити можливість розбіжності в нормуванні, вказаному експертами, з нормуванням, виходячи з формули (3), то



для цих цілей можливо залучити добре розроблений апарат математичної статистики.

Величини  $K_n$  і  $K_m$  в формулах (1),(2) можуть бути визначені

$$K_n = P/P_0, K_m = P/P_u, \quad (4)$$

де  $P$  – значення числового параметру для прогнозуємих параметрів нових зразків;  $P_0$  – значення числового параметру для кращого зразку вітчизняного виробництва, котрий знаходиться в серійному виробництві;  $P_u$  - значення числового параметру для кращого виробу закордонного виробництва.

З формули (4) видно, що технічному процесу сприяє збільшення числових параметрів, наприклад, збільшення напрацювання до відмови, розширення діапазону вимірювань. Якщо поліпшення параметрів відповідає зменшення числових параметрів, наприклад, зменшення похибки вимірювань, вартість, маса та ін.

Тоді

$$K_n = P_0/P, K_m = P_u/P, \quad (5)$$

якщо виникають ускладнення при невизначеності в співвідношенні того чи іншого параметру

( $P_u, P_0, P_u$  до одної з використовуємих модифікацій (формули 4,5), то ці параметри не слід включати в ранжирувану послідовність. Саме в цьому полягає процедура складання ранжированої послідовності.

Для кожного елементу ранжированої послідовності по формулам (1) і (2) з врахуванням співвідношень (3-5) проводиться розрахунок.

Розрахункові значення співставляються з експертними оцінками і на цій основі вичислюються перспективність або не перспективність прогнозуємого комплексу з точки зору короткострокового прогнозування розвитку розробляємо система. З формули (1) та (2) слідує, якщо  $K_1 > 1$ , то зразок, що розробляється в цілому розроблений вище рівня існуючих, отже, з позиції прогнозування перспективний; якщо  $K = 1$ , то зразок, що розробляється розроблений на рівні прототипів (аналогів) і не має істотних переваг при оцінці перспективності його залучення в виробництво; якщо  $K < 1$  зразок, що розробляється розроблений нижче рівня кращих вітчизняних приладів і не повинний бути реалізований, якщо не має будь-яких спеціальних думок.

Перехід від кількісних оцінок до якісних (словесних) визначень здійснюється на основі атестаційної шкали (табл.3). Це робиться для більш детальної характеристики прогнозуємого зразка.



Таблиця 3

Об'єкт порівняння	Критерії $K_1$ та $K_2$	Прогноз
З кращими зразками вітчизняного та закордонного виробництва	1,60 та більше 1.59 – 1.40 1.39 – 1.10 1,10 – 1.00	Вельми перспективний Перспективний Малоперспективний неперспективний

Результати розрахунку по формулам (1) та (2) заносяться до таблиці 4

Таблиця 4

№ п/п	Найменування параметра	Значення параметрів приладів			Вага параметрів	$K_n$	$K_m$	Критерій прогнозованої ефективності	
		$P$	$P_0$	$P_u$				$K_1$	$K_2$

Після визначення критеріїв  $K_1$  та  $K_2$  стає можливим розрахувати і період прогнозування (впровадження розробки технічного завдання на виконання). Процедура його визначення зводиться до наступного.

Визначається час  $t_0$ , котре відповідає передісторії запровадження в виробництво функціонально однорідного виробу (аналога) і встановлюється глибина ретроспекції для пошуку необхідних джерел інформації. Розрахунковий період прогнозування розвитку технічних систем, програмно-апаратних (інформаційно-вимірювальних комплексів (Т) визначається за формулою

$$T = t_0 \exp(0.5 K_1^2 - 1.8 K_1 + 1.30), \quad (6)$$

Для визначення розрахункового періоду прогнозування розвитку рівня технічних систем, програмно-апаратних (інформаційно-вимірювальних комплексів можна використати [5].

### Висновки

Прогнозування розвитку технічних систем, програмно-апаратних (інформаційно-вимірювальних комплексів, представлених в числових параметрах, базуються на співвіднесеному аналізі нових перспективних розробок з існуючими в серійному виробництві функціонально однорідними або аналогічними приладами. Прогнозуємо значимість цих технічних систем, програмно-апаратних (інформаційно-вимірювальних комплексів оцінюється по значенням коефіцієнтів  $K_1$  та  $K_2$  (технічний рівень). Оскільки  $K_1$  та  $K_2$  вдається нормувати, тобто встановлювати відповідність між величинами  $K_1$  та  $K_2$  та прогноною ефективністю зразка, що пропонується до розробки, ці коефіцієнти набувають сенс оціночних критеріїв.



## Література

1. Гмошинский, В. Г. Инженерное прогнозирование . - М: Энергоиздат, 1982. - 208 с .
2. С.Н. Ларин, В.П. Туробов. Конструкторско-технологическая подготовка опытного наукоемкого производства [Учебное пособие]/ «Конструкторско-технологическая подготовка производства» //Ульяновск 2009
3. Кроль О.С., Соколов В.И. Методы и процедуры инженерного прогнозирования в станкостроении./[монография] Министерство образования и науки Украины // Восточно-украинский национальный университет имени Владимира Даля – Северодонецк –2017
4. Василина С.И. Динамическое моделирование и инженерное прогнозирование экономических процессов гостеприимства./ ХНУГХ ИМ.А.Н.БЕКЕТОВА электронный ресурс <http://eprints.kname.edu.ua/3453/>
5. Сухарев М.Г. Методы прогнозирования . Серия Прикладная математика в инженерном деле / [Учебное пособие]. // Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина М– 2009 г.

## References:

1. Hmshynskiy, V. H. Ynzhenernoe prokhozyrovanye . - M: Enerhoizdat, 1982. - 208 s .
2. S.N. Laryn, V.P. Turobov. Konstruktorsko-tekhnohycheskaia podhotovka opytноho naukoemkoho proyzvodstva [Uchebnoe posobyе]/ «Konstruktorsko-tekhnohycheskaia podhotovka proyzvodstva» //Ulianovsk 2009
3. Krol O.S., Sokolov V.Y. Metody y protsedury ynzhenernoho prokhozyrovanyia v stankostroenyu./[monohrafyia] Mynysterstvo obrazovanyia y nauky Ukrainy // Vostochno-ukraynyskiy natsyonalnyi unyversytet ymeny Vladymyra Dalia – Severodonetsk –2017
4. Vasylyna S.Y. Dynamycheskoe modelyrovanye y ynzhenernoe prokhozyrovanye ekonomycheskykh protsessov hostepryumstva./ KhNUHKh YM.A.N.BEKETOVA elektronnyi resurs <http://eprints.kname.edu.ua/3453/>
5. Sukharev M.H. Metody prokhozyrovanyia . Seryia Prykladnaia matematyka v ynzhenernom dele / [Uchebnoe posobyе]. // Rossyiskiy hosudarstvennyi unyversytet nefty y haza ym. Y.M. Hubkyna M– 2009 .

## Abstract.

The method of evaluation of the technical level of conducting technical and economic calculations during the development of proposals for financing the development of projects for their creation is proposed.

**Key words:** local area networks, software and hardware complexes, quality indicators, forecasting of parameters, expert estimation, short-term forecasting