

# Актуальні питання розвитку Збройних Сил

УДК 621.391

В.Г. Башинський, Ю.М. Добришкін, А.І. Собора

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Чернігів

## РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ПОЛІГОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ НА ОСНОВІ КРИТЕРІЮ ВАРТІСТЬ/ТОЧНІСТЬ

Запропонована модель оптимального використання засобів полігонного вимірювально-обчислювального комплексу на основі використання критерію вартість/точність.

**Ключові слова:** засіб вимірювань, об'єкт випробувань, канал вимірювань, точність вимірювань.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Якісне проведення випробувань широкої номенклатури нових та модернізованих зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) багато в чому залежить від складу засобів вимірювань (ЗВ) полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК), які використовуються для оцінки льотних, експлуатаційних та тактико-технічних характеристик (параметрів вимірювань (ПВ)) об'єктів випробувань (ОВ). Основу структури ПВОК складають наступні засоби: система траєкторних вимірювань, система телеметричних вимірювань, автоматизована система управління, бортові інформаційно-вимірювальні системи, засоби внутрішньостанційних вимірювань, засоби визначення координат місць падіння елементів зразків ракетного озброєння, система єдиного часу.

Варто відзначити, що перелік засобів вимірювань ПВОК, які необхідно залучати для проведення випробувань має визначатися в кожному випадку окремо за результатами аналізу характеристик зразків ОВТ, вимог до точності вимірювань їх параметрів та вартості використання ЗВ [1–2]. При цьому, якщо на визначеному полігоні засоби вимірювань ПВОК в наявності, то при організації проведення випробувань виникає задача оптимального використання цих засобів, тобто задача функціонального синтезу ПВОК. У випадку, якщо на полігоні ЗВ відсутні, то виникає задача формування раціонального складу засобів ПВОК, тобто задача структурного синтезу. В даній роботі розглядається випадок, коли на полігоні засоби вимірювань ПВОК в наявності.

### Викладення основного матеріалу

В зв'язку з чим, виникає задача розробки моделей, які здатні адекватно описувати процес оптимального використання засобів ПВОК в залежності від

типу зразка ОВТ (об'єкту випробувань), який випробовується. Процес оптимального використання ЗВ ПВОК, який організований в рамках розроблених моделей, повинен враховувати характеристики об'єктів випробувань, вимоги до точності вимірювань та вартість використання ЗВ [3–4].

При моделюванні процесу оптимального використання засобів вимірювань ПВОК введемо наступні позначення (рис. 1):  $N$  – загальна кількість засобів вимірювань;  $J_N$  – кількість каналів вимірювань (КВ)  $N$ -го засобу;  $K$  – загальна кількість об'єктів випробувань;  $M_k$  – кількість параметрів, які необхідно оцінити в  $K$ -го об'єкту випробувань.

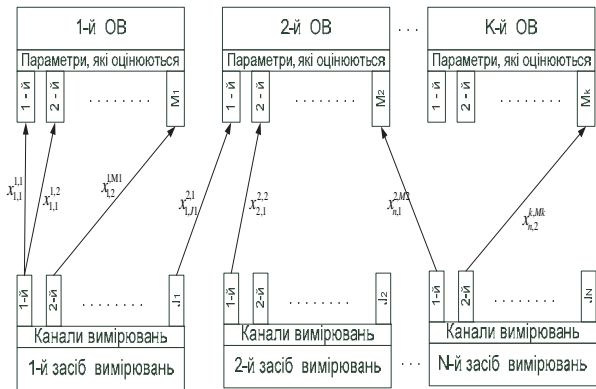


Рис. 1. Схема варіанту застосування засобів ПВОК для оцінки параметрів об'єктів випробувань

Нехай результат розв'язання задачі оптимального використання засобів вимірювань ПВОК представлений за допомогою керуючих булевих змінних:

$$x_{i,j}^{k,m} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i - \text{м ЗВ за допомогою } j - \text{го КВ} \\ & \text{оцінюється } m - \text{й параметр } k - \text{го зразка ОВТ;} \\ 0, & \text{в протилежному випадку,} \end{cases} \quad (1)$$

при  $i = \overline{1, N}$ ;  $j = \overline{1, J_N}$ ;  $k = \overline{1, K}$ ;  $m = \overline{1, M_k}$ .

Варто відзначити, що на сьогоднішній день існує широкий перелік засобів вимірювань, в яких, в залежності від призначення, використовуються декілька типів каналів вимірювань:

1-й тип: 1 КВ  $\rightarrow$  1 ПВ  $\rightarrow$  1 ОВ, для якого характерним є те, що канал вимірювань може оцінювати лише один параметр вимірювань (ПВ) одного об'єкту випробувань. До засобів вимірювань цього типу відносяться такі засоби як лазерний далекомір, фазометричні системи "Вісла", "Вега". Так, наприклад, за допомогою каналу вимірювань лазерного далекоміру можливо оцінити похилу дальність літального апарату (ЛА), який несе засіб ураження (ЗУ) або похилу дальність ЗУ, що відділяється від ЛА. Для цього випадку на керуючі змінні накладаються обмеження виду:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^{M_k} x_{i,j}^{k,m} \leq 1, \quad (2)$$

при  $i = \overline{1, N}$ ;  $j = \overline{1, J_N}$ .

2-й тип: 1 КВ  $\rightarrow$  М ПВ  $\rightarrow$  1 ОВ, для якого характерним є те, що канал вимірювань може оцінювати декілька параметрів, але одного об'єкту випробувань. До засобів вимірювань цього типу відносяться засоби бортових вимірювань ("ГАММА-1101", "Тестер УЗЛ", "Регата"), засоби телеметричних вимірювань ("Орбіта", "Орбіта-ТМ") за допомогою яких можливо оцінити до 250 параметрів вертольоту Мі-8 МСБ-В. Для цього випадку на керуючі змінні накладаються обмеження виду:

$$x_{i,j}^{k,m} + x_{i,j}^{l,g} \leq 1. \quad (3)$$

3-й тип: 1 КВ  $\rightarrow$  М ПВ  $\rightarrow$  К ОВ, для якого характерним є те, що канал вимірювань може оцінювати декілька параметрів, різних об'єктів випробувань. Так, наприклад, телевізійний чи інфрачервоний канали вимірювань оптико-електронної станції "Фрегат" можуть оцінити такі параметри як траєкторія руху, кут нахилу продольної чи поперечної вісі, кут відокремлення ЗУ від ЛА одночасно декількох літаків та ЗУ, які з них запущені. Для цього випадку ніякі обмеження не вводяться.

Крім того, вводиться умова того, що кожен параметр кожного об'єкту випробувань буде оцінений один раз одним із каналів вимірювань ЗВ:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{J_N} x_{i,j}^{k,m} = 1. \quad (4)$$

В зв'язку з тим, що в загальному випадку розрахунок керуючих змінних (1) можливо зробити багатьма способами, то задача їх пошуку набуває вид оптимізаційної. Основною вимогою до критерію оптимальності є його адекватна фізична трактовка та можливість на його основі використовувати відомі

методи оптимізації. У ході розрахунку керуючих змінних (1) як критерій оптимальності пропонується використовувати мінімум лінійної вартісної функції:

$$\min_x C^t X, \quad (5)$$

яка характеризує сумарні затрати за використання каналів вимірювань задіяних засобів вимірювань для оцінки параметрів об'єктів випробувань. У виразі (5), вектор

$$C = \begin{bmatrix} c_{1,1}^{1,1} \\ \vdots \\ c_{i,j}^{k,m} \\ \vdots \\ c_{N,J_N}^{k,M_k} \end{bmatrix} - \quad (6)$$

вага умовних вартостей використання каналів вимірювань ЗВ для оцінки параметрів ОВ, координати якого  $(c_{i,j}^{k,m})$  визначають умовні вартості використання  $j$ -го каналу  $i$ -го засобу для оцінки  $m$ -го параметру  $k$ -го об'єкту випробувань.

Розмірність  $(R_x)$  вектору шуканих параметрів  $X$  залежить від кількості ОВ, числа параметрів, які підлягають оцінці, а також від кількості ЗВ та їх каналів вимірювань та повністю співпадає з розмірністю вектору вагових коефіцієнтів  $C$  :

$$X = \begin{bmatrix} x_{1,1}^{1,1} \\ \vdots \\ x_{i,j}^{k,m} \\ \vdots \\ x_{N,J_N}^{k,M_k} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

З врахуванням (5–6) та (7) має місце тотожність:

$$\min_x C^t X = \min(c_{1,1}^{1,1} \cdot x_{1,1}^{1,1} + \dots + c_{i,j}^{k,m} \cdot x_{i,j}^{k,m} + \dots + c_{N,J_N}^{k,M_k} \cdot x_{N,J_N}^{k,M_k}). \quad (8)$$

### Приклад розв'язання задачі оптимального використання засобів ПВОК під час випробувань зразків ОВТ в рамках запропонованої моделі

На етапі планування проведення випробувань необхідно визначитись зі складом засобів ПВОК, які необхідно задіяти для вимірювань параметрів зразків ОВТ. При цьому характер можливих рішень буде залежати як від типу об'єкту випробувань, так і від того, який пріоритет встановлено при постановці завдань на проведення випробувань. В одних випадках основним пріоритетом може бути – точність вимірювань, в других, пріоритетом є мінімальна вартість використання ЗВ, в третіх випадках необхідно враховувати як вартість ЗВ, так і їх точність вимірювань.

В запропонованій моделі такі критерії як точність та вартість враховуються за допомогою вектору  $C$  (6). В зв'язку з чим, для засобу вимірювань з найбільшою вартістю пропонується встановлювати найбільший ваговий коефіцієнт, який дорівнює, наприклад, 10. За аналогією для ЗВ, в якого найгірші показники щодо точності вимірювань також встановлюється ваговий коефіцієнт, який дорівнює 10. Решта вагових коефіцієнтів дорівнюють долі цього числа пропорційно максимальній вартості та мінімальній точності засобів вимірювань. В ході дослідження пропонуємо, у випадках, коли під час випробувань основним пріоритетом є точність вимірювань, при формуванні вектору  $C$  враховуємо тільки вагові коефіцієнти, які відповідають за точність засобів вимірювань:

$$c_{i,j}^{k,m} = \frac{10 \times \text{Точність } i\text{-го ЗВ}}{\text{Найгірша точність ЗВ}} \quad (9)$$

У випадках, коли необхідно провести випробування з мінімальними витратами, при формуванні вектору  $C$  враховуємо тільки вагові коефіцієнти, які відповідають за вартість засобів вимірювань:

$$c_{i,j}^{k,m} = \frac{10 \times \text{Вартість } i\text{-го ЗВ}}{\text{Вартість найдорожчого ЗВ}} \quad (10)$$

У випадках, коли необхідно враховувати як вартість ЗВ, так і їх точність вимірювань, пропонується застосовувати комплексну метрику, координати якої дорівнюють добутку вагових коефіцієнтів, які відповідають за вартість використання ЗВ та за їх точність:

$$c_{i,j}^{k,m} = \frac{10 \times \text{Вартість } i\text{-го ЗВ}}{\text{Вартість найдорожчого ЗВ}} \times \frac{10 \times \text{Точність } i\text{-го ЗВ}}{\text{Найгірша точність ЗВ}} \quad (11)$$

Таким чином, координати вектору вагових коефіцієнтів (6) будуть приймати значення від 0 до 100 ( $0 < c_{i,j}^{k,m} \leq 100$ ). Мінімальні значення координат вектору  $C$  відповідають найбільш ефективному рішення з точки зору як вартості, так і точності. Максимальні значення координат вектору (6) призначаються у протилежному випадку.

Розв'язання задачі оптимального використання засобів ПВОК із застосуванням моделі (1–7) продемонструємо на прикладах, коли необхідно провести випробування трьох ОБ. При цьому оцінку параметрів об'єктів випробувань можливо здійснити за допомогою чотирьох засобів вимірювань різних типів (рис. 2).

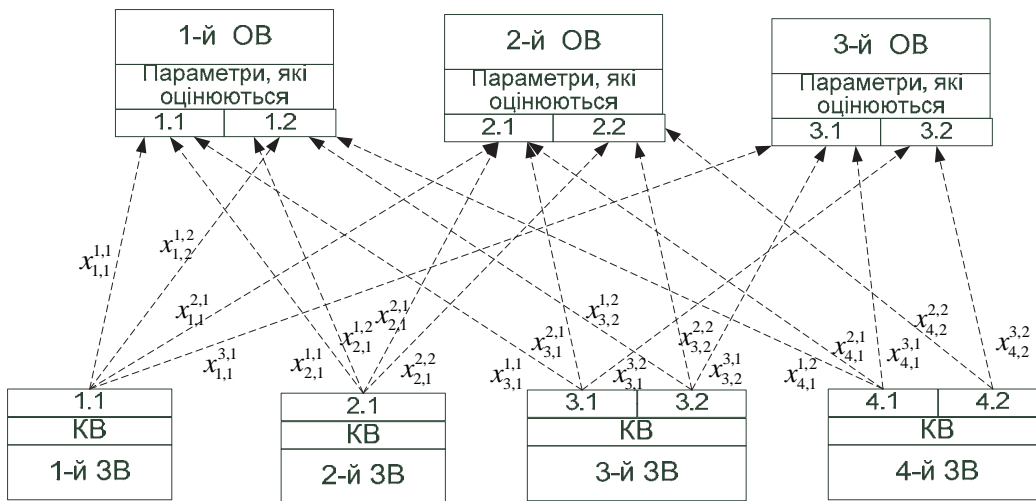


Рис. 2. Схема варіантів використання каналів вимірювань ЗВ для оцінки параметрів ОБ

Як показано на рис. 2:

ЗВ1 відноситься до першого типу, КВ якого може оцінювати один параметр одного ОБ;

ЗВ2 відноситься до другого типу, КВ якого може оцінювати декілька параметрів, але одного ОБ;

ЗВ3 та ЗВ4 відносяться до третього типу, КВ яких можуть оцінювати декілька параметрів, різних ОБ.

На рис. 2 пунктиром позначені можливі варіанти використання того чи іншого каналу вимірювань для оцінки параметрів об'єктів випробувань, загальна кількість яких, для наведеного прикладу дорівнює 19. Нехай вартість ЗВ3=900 тис. грн.>ЗВ2=

=800 тис. грн.>ЗВ4=600 тис. грн.>ЗВ1=100 тис. грн., а точність КВ: ЗВ2=3 м>ЗВ1=4 м>ЗВ3=5 м та ЗВ4=5 м. Для представлених вище вихідних даних, в табл. 1 наведені значення координат вектору вагових коефіцієнтів  $C$ , який сформовано згідно з виразом (11), тобто використовується комплексна метрика. При цьому в табл. 1 перший множник розрахований згідно з виразом (9) і відповідає за точність засобів вимірювань, а другий – згідно з виразом (10) та відповідає за їх вартість.

За результатами моделювання запропонованих вихідних даних (рис. 2, табл. 1), для випадку, коли

під час випробувань пріоритетним є як вартість ЗВ, так і їх точність, отримано наступне рішення оптимального використання засобів вимірювань ПВОК (рис. 3, табл. 2):

перший параметр першого об'єкту випробувань пропонується оцінювати каналом вимірювань першого засобу вимірювань ( $x_{1,1}^{1,1}$ );

другий параметр першого об'єкту випробувань пропонується оцінювати першим каналом вимірювань четвертого засобу вимірювань ( $x_{4,1}^{1,2}$ );

перший та другий параметр другого об'єкту випробувань пропонується оцінювати каналом вимірювань другого засобу вимірювань ( $x_{2,1}^{2,1}, x_{2,1}^{2,2}$ );

перший параметр третього об'єкту випробувань пропонується оцінювати першим каналом вимірювань четвертого засобу вимірювань ( $x_{4,1}^{3,1}$ );

другий параметр третього об'єкту випробувань пропонується оцінювати другим каналом вимірювань четвертого засобу вимірювань ( $x_{4,2}^{3,2}$ ).

Таблиця 1

Умовні вартості використання каналів вимірювань ЗВ

		ЗВ1	ЗВ1	ЗВ3		ЗВ4	
		1-го типу	2-го типу	3-го типу		3-го типу	
		КВ	КВ	КВ1	КВ2	КВ1	КВ2
ОВ1	ПВ1	$c_{1,1}^{1,1} = 1,1 \times 8 = 8,8$	$c_{2,1}^{1,1} = 8,8 \times 6 = 52,8$	$c_{3,1}^{1,1} = 10 \times 10 = 100$	–	–	–
	ПВ2	$c_{1,1}^{1,2} = 1,1 \times 8 = 8,8$	$c_{2,1}^{1,2} = 8,8 \times 6 = 52,8$	–	$c_{3,2}^{1,2} = 10 \times 10 = 100$	$c_{4,1}^{1,2} = 6,7 \times 10 = 67$	–
ОВ2	ПВ1	$c_{1,1}^{2,1} = 1,1 \times 8 = 8,8$	$c_{2,1}^{2,1} = 8,8 \times 6 = 52,8$	$c_{3,1}^{2,1} = 10 \times 10 = 100$	–	$c_{4,1}^{2,1} = 6,7 \times 10 = 67$	–
	ПВ2	–	$c_{2,1}^{2,2} = 8,8 \times 6 = 52,8$	–	$c_{3,2}^{2,2} = 10 \times 10 = 100$	–	$c_{4,2}^{2,2} = 6,7 \times 10 = 67$
ОВ3	ПВ1	$c_{1,1}^{3,1} = 1,1 \times 8 = 8,8$	–	–	$c_{3,2}^{3,1} = 10 \times 10 = 100$	$c_{4,1}^{3,1} = 6,7 \times 10 = 67$	–
	ПВ2	–	–	$c_{3,1}^{3,2} = 10 \times 10 = 100$	–	–	$c_{4,2}^{3,2} = 6,7 \times 10 = 67$
Вартість використання ЗВ		100 тис. грн.	800 тис. грн.	900 тис. грн.		600 тис. грн.	
Точність ЗВ		4 м	3 м	5 м		5 м	

Таким чином, за результатами досліджень встановлено, що в рамках запропонованої моделі (1–7) у випадку використання комплексного критерію ефек-

тивності, для оцінки параметрів об'єктів випробувань пропонується залучати канали вимірювань тих засобів, умовна вартість використання яких менша.

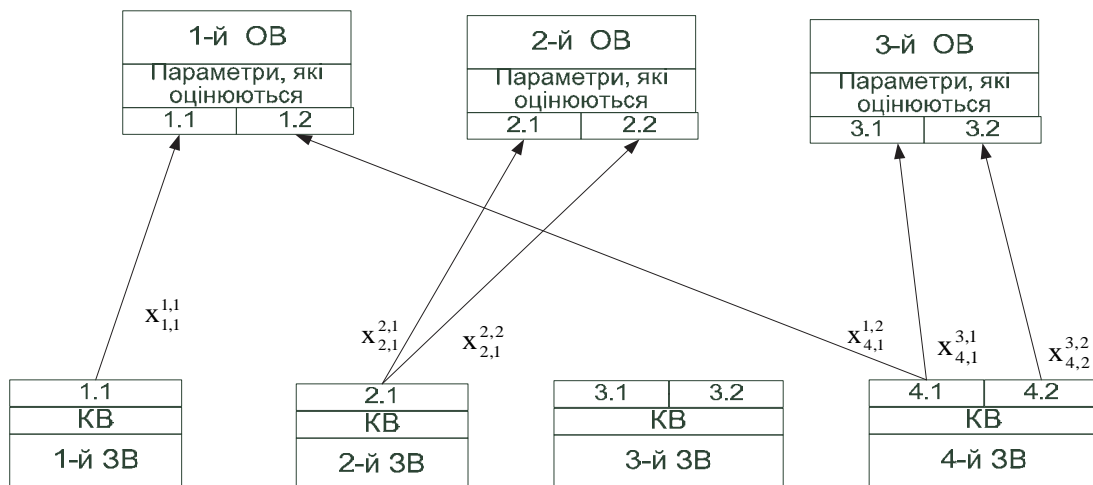


Рис. 3. Результат оптимального використання засобів вимірювань ПВОК під час випробувань зразків ОБТ за критерієм вартість/точність

Таблиця 2

Застосування каналів вимірювань ЗВ з використанням критерію вартість/точність

		ЗВ1 1-го типу	ЗВ2 2-го типу	ЗВ3 3-го типу		ЗВ4 3-го типу	
		КВ	КВ	КВ1	КВ2	КВ1	КВ2
ОВ 1	ПВ1	$x_{1,1}^{1,1} = 1$	$x_{2,1}^{1,1} = 0$	$x_{3,1}^{1,1} = 0$	–	–	–
	ПВ2	$x_{1,1}^{1,2} = 0$	$x_{2,1}^{1,2} = 0$	–	$x_{3,2}^{1,2} = 0$	$x_{4,1}^{1,2} = 1$	–
ОВ 2	ПВ1	$x_{1,1}^{2,1} = 0$	$x_{2,1}^{2,1} = 1$	$x_{3,1}^{2,1} = 0$	–	$c_{4,1}^{2,1} = 0$	–
	ПВ2	–	$x_{2,1}^{2,2} = 1$	–	$x_{3,2}^{2,2} = 0$	–	$c_{4,2}^{2,2} = 0$
ОВ 3	ПВ1	$x_{1,1}^{3,1} = 0$	–	–	$x_{3,2}^{3,1} = 0$	$x_{4,1}^{3,1} = 1$	–
	ПВ2	–	–	$x_{3,1}^{3,2} = 0$	–	–	$x_{4,2}^{3,2} = 1$
C'X = 315,4		$c_{1,1}^{1,1} \cdot x_{1,1}^{1,1} = 8,8$	$c_{2,1}^{2,1} \cdot x_{2,1}^{2,1} + c_{2,1}^{2,2} \cdot x_{2,1}^{2,2} = 105,6$	–	–	$c_{4,1}^{1,2} \cdot x_{4,1}^{1,2} + c_{4,1}^{3,1} \cdot x_{4,1}^{3,1} = 134$	$c_{4,2}^{3,2} \cdot x_{4,2}^{3,2} = 67$

При цьому, не дивлячись на те, що умовна вартість використання каналу вимірювань ЗВ1 найменша (табл. 1), він задіяний для оцінки тільки одного параметру ОВ1, що пов'язано з тим, що він відноситься до ЗВ першого типу. Канал вимірювань ЗВ2, умовна вартість використання якого менша ніж у каналів вимірювань ЗВ3 та ЗВ4, пропонується задіяти для оцінки лише параметрів ОВ2, що пов'язано з тим, що він відноситься до ЗВ другого типу та здатний оцінити декілька параметрів, але одного ОВ. Решту параметрів вимірювань пропонується оцінювати з використанням каналів вимірювань ЗВ4. В той же час, третій засіб вимірювань не використовується тому, що його вартість найбільша, а точність вимірювань найгірша. В зв'язку з цим сумарна вартість ви-

користання першого, другого та четвертого засобів вимірювань буде складати:

100 тис. грн.+800 тис. грн.+600 тис. грн.=1,5 млн. грн.

На рис. 4 представлені результати оптимального використання засобів ПВОК для представлених вихідних даних (рис. 2) у випадку, коли під час випробувань пріоритетним завданням є точність вимірювань. Варто відзначити, що в цьому випадку значення координат вектору С розраховуються згідно з виразом (9), тобто вартість засобів вимірювань не враховується. Тоді в табл. 1 при формуванні вагових коефіцієнтів враховується тільки другий множник і вони приймають наступні значення:  $c_{1,1}^{k,m} = 8$ ;  $c_{2,1}^{k,m} = 6$ ;  $c_{3,1}^{k,m} = c_{3,2}^{k,m} = c_{4,1}^{k,m} = c_{4,2}^{k,m} = 10$ .

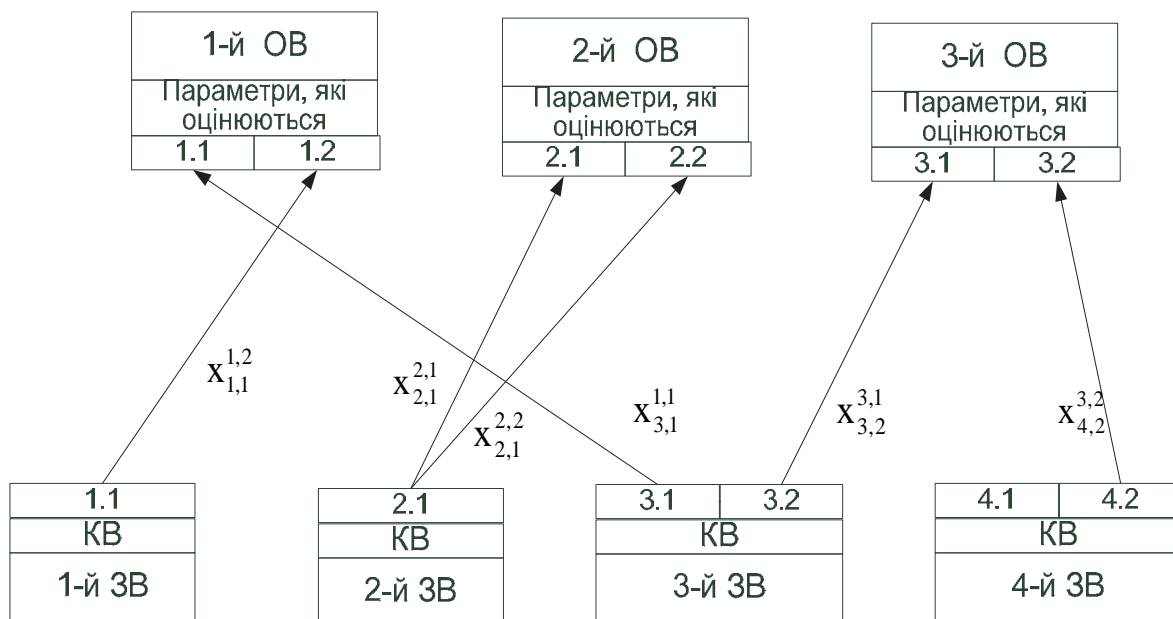


Рис. 4. Результат оптимального використання засобів вимірювань ПВОК під час випробувань зразків ОВТ за критерієм-точність

Із отриманих результатів розрахунків встановлено (рис. 4), що:

перший параметр першого об'єкту випробувань пропонується оцінювати першим каналом вимірювань третього засобу вимірювань ( $x_{3,1}^{1,1}$ );

другий параметр першого об'єкту випробувань пропонується оцінювати каналом вимірювань першого засобу вимірювань ( $x_{1,1}^{1,2}$ );

перший та другий параметр другого об'єкту випробувань пропонується оцінювати каналом вимірювань другого засобу вимірювань ( $x_{2,1}^{2,1}, x_{2,2}^{2,2}$ );

перший параметр третього об'єкту випробувань пропонується оцінювати другим каналом вимірювань третього засобу вимірювань ( $x_{3,2}^{3,1}$ );

другий параметр третього об'єкту випробувань пропонується оцінювати другим каналом вимірювань четвертого засобу вимірювань ( $x_{4,2}^{3,2}$ ).

В цьому випадку за мету була поставлена задача провести випробування з максимальною точністю і задіяні всі наявні засоби вимірювань, що призвело до підвищення сумарної вартості їх використання, яка згідно з вихідними даними (табл. 1) складає 2,4 млн. грн.

У випадку коли під час випробувань основним критерієм є вартість засобів вимірювань, значення координат вектору С розраховуються згідно з виразом (10), тоді в табл. 1 враховується тільки перший множник:  $c_{1,1}^{k,m} = 1,1$ ;  $c_{2,1}^{k,m} = 8,8$ ;  $c_{3,1}^{k,m} = c_{3,2}^{k,m} = 10$ ;

$c_{4,1}^{k,m} = c_{4,2}^{k,m} = 6,7$ . В цьому випадку для представлених вихідних даних (рис. 2, табл. 1) отримано наступне рішення оптимального використання засобів вимірювань ПВОК (рис. 5):

перший параметр першого об'єкту випробувань пропонується оцінювати каналом вимірювань першого засобу вимірювань ( $x_{1,1}^{1,1}$ );

другий параметр першого об'єкту випробувань та параметри другого та третього ОБ пропонується оцінювати каналами вимірювань четвертого засобу ( $x_{4,1}^{1,2}, x_{4,1}^{2,1}, x_{4,1}^{3,1}, x_{4,2}^{2,2}, x_{4,2}^{3,2}$ ).

Другий та третій засоби вимірювань, вартість використання яких більша, не використовуються.

Так як за мету була поставлена задача провести випробування з мінімальними витратами, то в рамках моделі (1–7), для оцінки параметрів ОБ пропонується використовувати тільки перший та четвертий засіб ПВОК, що призвело до зменшення сумарної вартості їх використання до 700 тис. грн.

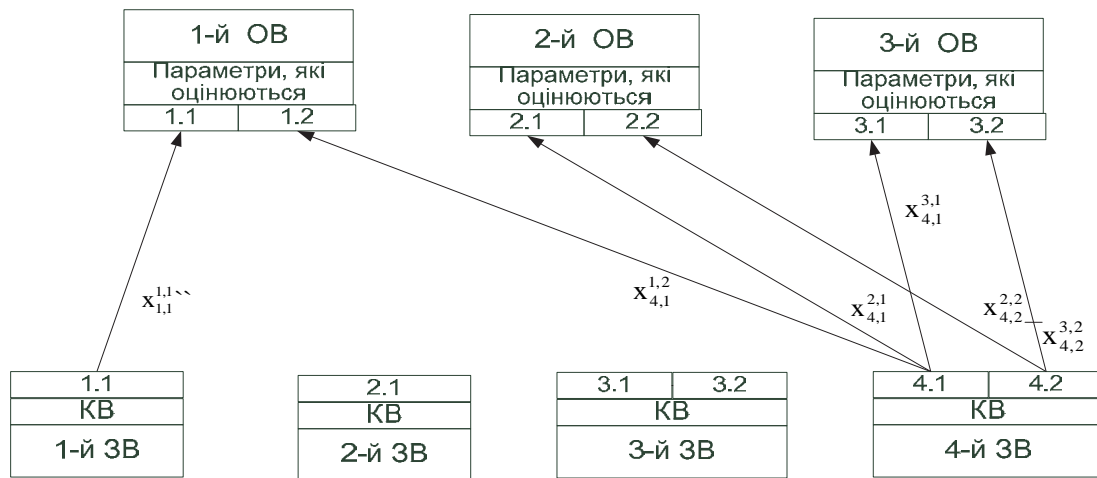


Рис. 5 Результат оптимального використання засобів вимірювань ПВОК під час випробувань зразків ОБТ за критерієм – вартість

## Висновок

Таким чином, в статті запропонований підхід щодо розв'язання задачі оптимального використання засобів вимірювань ПВОК під час випробувань зразків ОБТ шляхом розробки математичної моделі на основі критерію вартість/точність. В рамках моделі (1–7), за рахунок використання в якості критерію оптимальності лінійної вартісної функції (5), вирішується задача щодо мінімізації кількості задіяних каналів вимірювань засобів ПВОК, які необхід-

но використовувати для оцінки параметрів зразків ОБТ. Особливістю запропонованої моделі є те, що в її рамках можливо використовувати один із трьох варіантів критеріїв оптимальності, а саме: критерій – точність, критерій – вартість та комплексний критерій – точність/вартість. Причому, вибір виду критерію оптимальності отриманих рішень залежить від вибору виразу (9–10) або (11), згідно якого розраховуються значення координат вектору С. Адекватність запропонованої моделі показана на числових

прикладів розв'язання задачі оптимального використання засобів ПВОК (рис. 3–5).

Перспективами подальшого розвитку запропонованої моделі (1–7), є те, щоб в її рамках не тільки визначався порядок використання наявних засобів ПВОК, а і була можливість синтезувати варіант раціонального складу засобів ПВОК, які необхідно залучати для проведення випробувань зразків ОВТ на тому чи іншому полігоні.

### Список літератури

1. Чумак Б.О. Принципи побудови та структура перспективного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу як елемента системи випробувань озброєння та військової техніки / Б.О. Чумак, М.В. Бархударян, К.К. Кулагін // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НіУ. – 2008. – Вип. 2(6). – С. 55-59.

2. Алешин Г.В. Основы построения оптимальных информационно-измерительных радиотехнических систем / Г.В. Алешин. – Х.: ХВУ, 1994. – 252 с.

3. Коломійцев О.В. Лазерна інформаційно-вимірювальна система з можливістю пошуку ЛА / О.В. Коломійцев

// Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУ ПС. – 2009. – Вип. 3(19). – С. 22-24.

4. Чумак Б.О. Взаємозв'язок між характеристиками точності полігонного вимірювально-обчислювального комплексу та вимірювальних радіотехнічних систем / Б.О. Чумак, М.В. Бархударян, К.К. Кулагін // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС. – 2009. – Вип. 3(21). – С. 32-34.

Надійшла до редколегії 4.05.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. О.І. Денісов, Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Чернігів.

### РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОЛИГОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЯ СТОИМОСТЬ/ТОЧНОСТЬ

В.Г. Башинский, Ю.Н. Добрышкин, А.И. Собора

*Предложена модель оптимального использования средств полигонного измерительно-вычислительного комплекса на основе критерия стоимость/точность.*

**Ключевые слова:** средство измерений, объект испытаний, канал измерений, точность измерений.

### THE DEVELOPMENT OF A MODEL BASED ON THE COST/ACCURACY CRITERION FOR THE OPTIMAL USE OF A GROUND RANGE MEASURING AND COMPUTING COMPLEX

V. Bashinskiy, Y. Dobryshkin, A. Sobora

*A model for the optimal use of the means of a ground range measuring and computing complex based on the cost/accuracy criterion.*

**Keywords:** measurement instrument, test object, measurement channel, accuracy of measurements.