

---

УДК 621.396

О.М. Мішуков, Б.О. Чумак

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## **ВИБІР КРИТЕРІЮ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОЛІГОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНО- ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**

*Розроблені науково-технічні пропозиції, щодо вибору критерію оцінки ефективності функціонування полігонного обчислювально вимірювального комплексу. Обґрунтований вибір показників якості функціонування складових систем полігонного вимірювально-обчислювального комплексу.*

**Ключові слова:** *ефективність функціонування, полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс, критерій ефективності, критерій якості, критерій оптимізації.*

### **Вступ**

**Постановка задачі.** Розроблені на сьогоднішній день критерії оцінки ефективності полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК) як системи забезпечення функціонування ПВОК дозволяють отримати кінцевий результат застосування системи, але не завершені з точки зору складної системи. Так, наприклад, немає єдиного задовільного критерію, за допомогою якого можливо оцінити ефективність застосування ПВОК в умовах забезпечення випробувань та бойових стрільб зразків озброєння.

У зв'язку з цим актуальним є завдання вибору критерію оптимальності для оцінки ефективності

систем ПВОК. Враховуючи усі позитивні якості та окремі недоліки існуючих критеріїв, слід відзначити, що кожний з них розроблявся для оцінки ефективності зазначеного класу систем, для якого його використання буде найбільш доцільним.

Слід також зазначити, що більшість критеріїв оцінюють дію систем разового використання або часток порівняно складних систем.

Оцінка ефективності систем на основі окремих часткових критеріїв хоча і доцільна, проте в ряді випадків страждає односторонністю: не дозволяє врахувати дії цілого ряду важливих факторів на практичну оптимальність системи.

**Метою статті** є розробка науково-технічних пропозицій, щодо вибору критерію для оцінки ефективності функціонування ПВОК.

### Основна частина

Загальні правила вибору критерію оптимізації складних систем зазначеного класу на сьогоднішній день ще не вироблені, і тому часто критерій вибирається інтуїтивно.

Відомо [1], що будь-яку науково обгрунтовану систему можна розглядати як оптимальну, оскільки, віддаючи їй перевагу, ми вважаємо її найкращою серед множини інших. Звичайно оптимальність розуміють у смислі забезпечення екстремуму вибраного показника якості управління:

$$I = \text{extr} . \quad (1)$$

При цьому вирішення задачі оптимізації складається із вирішення двох задач [2]: вибору критерію оптимізації й визначення оптимальних параметрів або структури пристрою, що забезпечує оптимальність системи.

Задачі, що вирішуються засобами ПВОК, звичайно, настільки складні, а умови їх застосування настільки різноманітні, що оцінити його ефективність як системи з достатньою повнотою якимсь одним показником якості виявляється практично неможливим. Як слід, для оцінки якості функціонування (ефективності) подібних систем у сучасній літературі застосовується велика кількість часткових показників якості [1].

Для визначення зазначених показників якості, а також в додаток слід, як правило, визначати цілий ряд більш часткових показників. До них з точки зору засобів ПВОК, відносяться, у першу чергу: точність, розрізнявальна спроможність, пропускна здатність (швидкодія), далекість дії, надійність при відсутності завад, гнучкість використання, вага та габарити, складність виробництва та експлуатації.

Отже, для оцінки якості функціонування визначених систем застосовується сукупність різних показників, починаючи з найбільш загального з них – ефективності. Очевидно, будь-яка сукупність показників якості, якщо вона вірно вибрана, має забезпечувати одержання можливо найбільшої ефективності системи.

У цьому ракурсі першою й одною з найскладніших задач, що виникають при розробці систем даного класу, є вибір і обгрунтування такої сукупності показників якості функціонування системи в цілому і пристроїв, що входять до її складу, щоб система в цілому володіла найбільшою ефективністю.

Зрозуміло, що чим повніше описує критерій призначення системи і характеризує певний показник ефективності її функціонування, тим вища його практична цінність. Проте, не завжди можна математично сформулювати визначені вимоги щодо фу-

нкціонування тих чи інших систем.

Для систем радіоконтролю та управління військового призначення таких, як ПВОК, при виконанні задач забезпечення проведення навчань військ з бойовою стрільбою та/або випробувань озброєння та військової техніки (ОВТ) доцільніше прийняти за критерій ефективності імовірнісний критерій. Підставами для такого вибору слід вважати наступні:

– основні фізичні процеси, що діються в засобах ПВОК (системах радіоуправління, передавання телеметричної та іншої інформації) мають статистичну природу і, як слід, характеризуються імовірнісними величинами;

– загальні технічні вимоги до засобів ПВОК визначаються у імовірнісних величинах;

– критерій якості (ефективності) функціонування ПВОК повинен враховувати не тільки окремі показники складових даної системи, а будь-які необхідні з точки зору відпрацювання тих або інших задач при проведенні стрільб, випробуваннях зразків ОВТ або дослідженнях, а також повинен дозволити з тією або іншою ймовірністю приймати рішення про застосування даної системи в складних умовах реальних обставин;

– у різних ступенях боєготовності виконання тієї або іншої задачі системами ПВОК визначається певною величиною ймовірності, і людина (командир, або начальник), що приймає рішення відносно застосування зазначеної системи, повинна знати міру довірчого інтервалу щодо благополучного (вірного) рішення поставленої задачі, а також повинна знати шляхи щодо вирішення задачі з благополучним кінцем із заданою ймовірністю;

– оператори обробки вихідних даних підсистем, які складають ПВОК, не можуть бути визначеними інакше, як через показники підсистем, що утворюють вихідні дані. При цьому між зазначеними показниками і показниками засобів ПВОК існує закономірне співвідношення:

$$W_{kj}(t) = F_{kj}[Arg(t)] , \quad (2)$$

де  $F_{kj}$  – визначений оператор перетворювання із класу операторів заданої чисельності;  $Arg(t)$  – певна чисельність вихідних даних  $k$ -х систем, що мають (в загальному випадку)  $j$  каналів. Отже, загальна ймовірність виконання задачі засобами ПВОК може бути визначеною тільки через знання імовірнісних характеристик усіх підсистем, що входять до її складу.

Для ПВОК як складної системи військового призначення імовірність виконання операцій щодо забезпечення навчань з бойовою стрільбою та/або проведення льотних випробувань при незалежності виконання кожної групи операцій можна визначити з виразу [3]:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{вим}} P_{\text{тлм}} P_{\text{зсч}} P_{\text{крл}} P_{\text{ктп}} , \quad (3)$$

де  $P_{\text{вим}}$  – імовірність отримання вимірювань з заданою точністю, що залежить від успішності операційно знімання вимірювальної інформації необхідного обсягу і якості;  $P_{\text{тлм}}$  – імовірність отримання телеметричної інформації з об'єкта заданої якості, що залежить від успішності операцій по зніманню телеметричної інформації необхідного обсягу;  $P_{\text{зсч}}$  – імовірність часового забезпечення управління, що залежить від успішності операцій щодо звірення і корекції бортових та/або наземних шкал часу;  $P_{\text{крл}}$  – імовірність достовірного командного забезпечення, що залежить від успішності операцій з передавання команд управління (при необхідності), або команд на примусове знищення об'єкту;  $P_{\text{кпп}}$  – імовірність отримання інформації про координати точок падіння визначених об'єктів.

Проте, якщо розглянути задачу радіоуправління зазначеними об'єктами, то при оцінці ефективності слід враховувати такі складові ПВОК, як система обробки інформації і система координатного (геодезичного) забезпечення, а також система пошуку та виявлення об'єкту в просторі. Таким чином у виразі (3) слід увести відповідні ймовірності для зазначених систем. При цьому вираз набуває наступного вигляду:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{птав}} P_{\text{вим}} P_{\text{тлм}} P_{\text{зсч}} P_{\text{крл}} P_{\text{кпп}} P_{\text{гз}} P_{\text{соі}}, \quad (4)$$

де  $P_{\text{птав}}$  – імовірність пошуку та виявлення об'єкту в просторі;  $P_{\text{гз}}$  – імовірність геодезичного забезпечення управління, що залежить від успішності операцій щодо прив'язування усіх фазових центрів антен засобів ПВОК до земної поверхні у вибраній системі координат;  $P_{\text{соі}}$  – імовірність забезпечення вірної обробки вимірювальної інформації.

Таким чином, основним критерієм оцінки ефективності функціонування ПВОК будемо вважати критерій (4).

#### ВЫБОР КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛИГОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

А.М. Мишуков, Б.А. Чумак

*Разработаны научно-технические предложения, по выбору критерия оценки эффективности функционирования полигонного вычислительно-измерительного комплекса. Обоснованный выбор показателей качества функционирования составляющих систем полигонного вычислительно-измерительного комплекса.*

**Ключевые слова:** эффективность функционирования, полигонный измерительно-вычислительный комплекс, критерий эффективности, критерий качества, критерий оптимизации.

#### CHOICE OF CRITERION OF ESTIMATION OF EFFICIENCY OF FUNCTIONING GROUND MEASURING DEVICE CALCULABLE-MEASURING COMPLEX

A.M. Mishukov, B.A. Chumak

*Scientific and technical suggestions are developed, on the choice of criterion of estimation of efficiency of functioning of ground measuring device calculable-measuring complex. Grounded choice of indexes of quality of functioning of the making systems of ground measuring device calculable-measuring complex.*

**Keywords:** efficiency of functioning, ground device-calculable complex, criterion of efficiency, criterion of quality, criterion of optimization.

При цьому фактично ми приходимо до важливого висновку, а саме: найкращим з точки зору забезпечення проведення випробувань ОВТ та/або навчання військ з бойовою стрільбою буде ПВОК, який забезпечує отримання максимального обсягу інформації заданої вірогідності за визначений термін контролю та управління об'єктами.

Математично це може бути записане так:

$$\max P_{\Sigma}(P_i) \text{ при } P_i \geq P_{i \text{ потр. } \{t_{ky}\}} \quad (5)$$

Відзначимо, що даний підхід практично можна вважати об'єктивним, оскільки результуюча цільова функція зростає по кожному з її аргументів  $i$ , як слід, коректна.

#### ВИСНОВКИ

Таким чином в роботі розроблені науково-технічні пропозиції щодо вибору критерію оцінки ефективності функціонування ПВОК як складної системи. Обґрунтований вибір показників якості функціонування складових систем ПВОК. Загальний показник якості функціонування ПВОК дозволяє вибрати найкращі показники функціонування засобів що складають ПВОК в цілому.

#### Список літератури

1. Альошин Г.В., *Эффективность информационно-измерительных радиотехнических систем: підруч.* – Х.: ХУПС, 2005. – 293 с.
2. Гуткин Л.С. *Проектирование радиосистем и радиоустройств.* – М.: Р и С, 1986. – 288 с.
3. Чумак Б.А. *Проблемы системной методологии анализа и синтеза полигонного испытательного комплекса / Б.А. Чумак, Н.В. Бархударян, К.К. Кулагин, А.М. Мишуков // Новітні технології – для захисту повітряного простору: V наук. конф. ХУПС ім. І. Кожедуба.* – Х.: ХУПС, 2009. – С. 62.

Надійшла до редколегії 22.07.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.