

УДК 623.462.22: 621.371.332.4

М.В. Бархударян, К.К. Кулагін, О.М. Мішуков, Б.О. Чумак

*Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВНОГО  
ПОЛІГОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ**

*Запропонована математична модель перспективного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу з урахуванням наявності додаткових засобів, з якими ПВОК взаємодіє в процесі свого функціонування.*

**Ключові слова:** *точність вимірювань, полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс, ефективність.*

## Вступ

### Постановка проблеми і аналіз літератури.

Формуючи будову перспективного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК), завжди прагнуть до певного компромісу між можливостями його практичного створення і потребами замовника. При цьому побудувати ПВОК, який би задовольняв усім вимогам з точки зору забезпечення випробувань нових зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) і/або проведення навчань військ з бойовою стрільбою, не уявляється можливим.

Створення раціональної (розумно обґрунтованої) структури ПВОК є процесом ітераційним, і таким, що залежить від обсягу можливих витрат на його створення. Цілком зрозуміло, що при цьому прагнуть, щоб ПВОК був системою ефективною з можливістю його подальшої модернізації.

### Основна частина

Ефективною з точки зору визначеної якості функціонування вважається та система [1], яка задовольняє наступним основним вимогам:

– в заданих умовах експлуатації повністю і в задані терміни виконує задачі, які стоять перед нею (технічна ефективність);

– результат використання системи з прямого призначення не менший витрат на її створення і обслуговування в процесі експлуатації.

При цьому вибір критерію ефективності є зовнішньою задачею, яку треба вирішувати на основі аналізу мети системи вищого порядку, ніж система, яка розглядається, і в яку дана система входить в якості складового елемента.

Оскільки мова йде про полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс, то системою вищого порядку для неї буде експериментально-технічна база полігонного комплексу. Експериментально-технічна база – це сукупність експериментальних бойових комплексів, елементів позиційних районів, технічних випробувальних і вимірювальних засобів, а також засобів бойового і матеріально-технічного забезпечення. Полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс (ПВОК) – це сукупність взаємозалежних технічних засобів з інформаційним і технічним забезпеченням, споруджень вимірювального(-их) пункту(-ів), обчислювальних центрів, радіотехнічних, квантово-оптичних та оптико-електронних станцій, призначених для одержання й обробки інформації про функціонування усіх типів ОВТ, контролю їхнього руху на ділянці виведення і польоту, а також контролю руху бойових блоків на всій траєкторії їхнього польоту.

Цільове призначення ПВОК завжди пов'язано з вирішенням задач забезпечення інформаційної взаємодії з літаючими об'єктами на основі формування, витягання, передачі, прийому, перетворення і обробки інформації, що переноситься за допомогою електромагнітних і інших полів через середовище, яке роз'єднує об'єкти і просторово-рознесені елементи ПВОК.

Відповідно до призначення і розв'язуваних задач до складу ПВОК повинні входити:

- траєкторні засоби вимірів;
- телеметричні засоби вимірів;
- засоби вимірів сигнальних характеристик;
- автоматизована система збору, передавання, обробки та представлення вимірювальної інформації;
- автоматизована система зв'язку;
- засоби командно-програмних траєкторних радіоліній;
- засоби системи управління ПВОК;
- засоби системи єдиного часу (СЄЧ);
- засоби визначення координат точок падіння головних частин та повного польотного часу;
- засоби протидії іноземним технічним розвідкам (ПД ІТР), а також активного та пасивного маскування радіоелектронних засобів (РЕЗ);
- засоби геодезичного забезпечення.

В перспективному ПВОК необхідним компонентом є наявність можливості використовувати для координатно-часового забезпечення сигнали навігаційних космічних систем. Це є додатковим фактором у підвищенні показників ефективності (у першу чергу, точності) ПВОК. Крім того, дана взаємодія дозволяє забезпечувати навігаційними вимірами об'єкти, що використовують необладнані траси.

Ще одним конкурентоздатним фактом у такому комплексі є можливість одночасної сумісної обробки навігаційної інформації, яка надходить як від вимірювальних засобів ПВОК, так і з набобів стріляючих підрозділів.

Математична модель такого комплексу приведена на рис.1, де позначені:  $q$  – простір параметрів траєкторії об'єкту;  $\Gamma$  – простір траєкторій;  $V_q$  – оператор кодування параметрів траєкторії;  $R$  – простір навігаційних функцій;  $Q_i$  – простір параметрів фазового центру антени  $i$ -ї вимірювальної системи;  $\Gamma_i$  – простір траєкторій відносно фазового центру антени  $i$ -ї вимірювальної системи;  $V_{Q_i}$  – оператор кодування параметрів траєкторії відносно фазового центру антени  $i$ -ї вимірювальної системи;  $V_R$  – оператор формування навігаційної функції;  $R_i$  – простір  $i$ -тих вимірюваних параметрів;  $\Lambda_i$  – простір параметрів сигналу  $i$ -ї радіосистеми;  $N_{\lambda_i}$  – простір похибок оцінки параметрів;  $\Phi$  – оператор обчислення якості оцінки параметрів;  $\hat{\Lambda}_i, \hat{\Sigma}_i$  – простори оцінок параметрів сигналу  $i$ -ї радіосистеми і показників якості;  $W_{kQ}, W_{kq}, W_{k\Gamma}, W_{k\Sigma}, W_{k\hat{\Lambda}}, W_{k\hat{\Sigma}}$  – оператори обробки вихідних даних вимірювальних систем, які складають комплекс, а також даних навігаційних космічних систем та стріляючих підрозділів;  $Q_k$  – оператор управління складом вимірювальних систем комплексу;  $P_k$  – оператор управління алгоритмами обробки інформації в комплексі;  $U_{Q_k}, U_{P_k}$  – простори відповідних керуючих функцій.

Як виходить з аналізу складових комплексу, показники

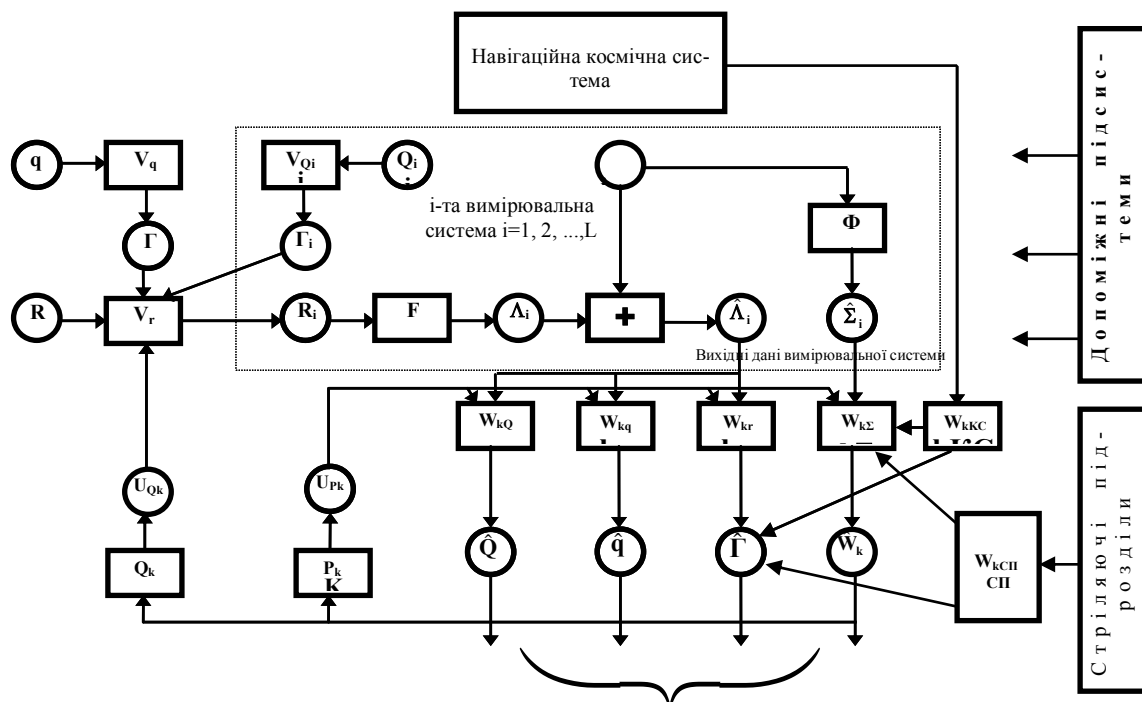


Рис. 1. Вихідні дані ПВОК

$$\hat{\Lambda}_i, \hat{\Sigma}_i, W_{kQ}, W_{kq}, W_{k\Gamma}, W_{k\Sigma}, Q_k, P_k, U_{0k}, U_{pk} \quad (1)$$

в суттєвому ступеню визначаються показниками систем, які входять до складу комплексу.

Так, наприклад, показники  $W_{kQ}, W_{kq}, W_{k\Gamma}, W_{k\Sigma}$ , тобто оператори обробки вихідних даних вимірювальних систем, які складають комплекс, не можуть бути визначеними інакше, як через показники систем, що утворюють вихідні дані.

При цьому між зазначеними показниками і показниками вимірювальної системи існує закономірне співвідношення:

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

де  $F_{kj}$  – визначений оператор перетворення із класу операторів заданої чисельності;  $\text{Arg}(t)$  – певна чисельність вихідних даних  $i$ -х систем, маючих (в загальному випадку)  $j$  каналів.

Аналіз інших показників (1) [23] також показує, що вони цілком і повністю визначаються і залежать, причому монотонно, від показників радіосистем, що утворюють ПВОК.

## Висновки

Відмінною особливістю побудови перспективного ПВОК є можливість адаптації у реальному масштабі часу до мінливих параметрів обставин. Для чого в моделі комплексу передбачені: оператор обчислення якості оцінки параметрів; оператор управління складом вимірювальних систем комплексу; оператор управління алгоритмами обробки інформації в комплексі; простори відповідних керуючих функцій.

Таким чином, визначена модель є прототипом моделі перспективного ПВОК.

## Список літератури

1. Кузьмін С.З. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации / С.З. Кузьмин. – М.: Р. и С., 1986. – 352 с.
2. Гуткин Л.С. Проектирование радиосистем и радиоустройств / Л.С. Гуткин. – М.: Р. и С., 1986. – 288 с.

Надійшла до редколегії 10.02.2012

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

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПОЛИГОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Н.В. Бархударян, К.К. Кулагин, А.М. Мишуков, Б.А. Чумак

Предложена математическая модель перспективного полигонного измерительно-вычислительного комплекса с учетом наличия дополнительных средств, с которыми он взаимодействует в процессе своего функционирования.

**Ключевые слова:** точность измерений, полигонный измерительно-вычислительный комплекс, эффективность.

## MATHEMATICAL MODEL OF CONSTRUCTION PERSPECTIVE GROUND INSTRUMENTATION CALCULABLE COMPLEX

N.V. Burkhudaryan, K. K. Kulagin, O.M. Mishukov, B.O. Chumak

The mathematical model of perspective ground instrumentation-calculable complex is offered taking into account the presence of additional funds with which he co-operates in the process of functioning.

**Keywords:** accuracy of the measurements, efficiency.