

Юрій Борисович Прібілєв (кандидат технічних наук, доцент)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

МЕТОД СИНТЕЗУ СТРУКТУРИ КОНТРОЛЬНО-ВИПРОБУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

У статті розроблений метод синтезу структури контрольно-випробувальної станції на базі уніфікованого ряду апаратно-програмних модулів. Запропонований метод передбачає визначення потрібних апаратно-програмних модулів з ряду уніфікованих модулів для забезпечення заданих вимог з контролю об'єктів контролю при мінімальних витратах на побудову контрольно-випробувальної станції. Основні етапи методу включають: визначення вихідної множини уніфікованих апаратно-програмних модулів; розробка спеціальних апаратно-програмних модулів; синтез структури контрольно-випробувальної станції як сукупності апаратно-програмних модулів, яка забезпечує задані вимоги з достовірності контролю та тривалості контролю при мінімальній вартості контрольно-випробувальної станції; вибір ЕОМ базового модулю контрольно-випробувальної станції та розробка програми контролю; апаратна побудова та комплексне налагодження контрольно-випробувальної станції. Розроблений метод дозволяє побудувати перспективну універсальну автоматизовану контрольно-випробувальну станцію зі змінною конфігурацією, яка зможе проводити автоматизований контроль і діагностування несправностей усіх зразків ракетного озброєння, що є на озброєнні Збройних Сил України та перспективних ракет, що зараз розробляються.

***Ключові слова:** контрольно-випробувальна станція, об'єкт контролю, апаратно-програмний модуль.*

Вступ

Хід антитерористичної операції на південному сході України показав, що загроза застосування Російською Федерацією (РФ) засобів повітряного нападу (ЗПН) залишається високою. Порівняно з винищувальною авіацією, застосування засобів протиповітряної оборони (ППО) є менш витратним способом захисту від ЗПН противника. Однак існуючі темпи оновлення озброєння ППО відстають від темпів старіння техніки. Ще тривалий час основою парку зенітних ракетних комплексів (ЗРК) буде залишатись озброєння радянського виробництва, яке потребує відновлення, капітального ремонту та модернізації [1]. Для підтримання боєздатного стану ця застаріла техніка потребує застосування сучасних методів контролю технічного стану (ТС) та достовірної діагностики несправностей.

Постановка проблеми. У складі кожного ЗРК є технічні засоби, що призначені для надання обслуговуючому персоналу достовірної інформації про технічний стан зенітних керованих ракет (ЗКР). Основним джерелом такої інформації є проведення регламентних та контрольно-випробувальних робіт з ЗКР за допомогою штатних контрольно-випробувальних станцій (КВС).

Слід зауважити, що запланована глибока модернізація ЗРК [2] (інколи з заміною до 90% елементної бази радіоелектронної апаратури) обов'язково передбачає модернізацію КВС, які повинні бути здатними забезпечити достовірний контроль технічного стану та випробування модернізованих ЗКР. Але у більшості випадків модернізація існуючих КВС є економічно

недоцільною. Ці КВС, побудовані на неуніфікованих агрегатах та елементній базі, є морально та технічно застарілими, вузькоспеціалізованими та жорстко прив'язаними до конкретного зразка ЗКР [3].

Скоротити витрати на обслуговування модернізованих ЗКР (та нових ЗКР, що зараз розробляються) дозволить побудова єдиної універсальної автоматизованої КВС, яку доцільно побудувати за базово-модульним принципом із застосуванням новітніх інформаційних технологій та яка буде здатна проводити контроль і випробування ЗКР декількох типів (множини об'єктів контролю (ОК)). Для побудови такої КВС необхідною є розробка сучасних методів проектування та побудови КВС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ЗРК є складною технічною системою, яка характеризується певною сукупністю показників та складається з великої кількості різнорідних елементів, які взаємодіють між собою [4-7]. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту ЗРК, як основного способу підтримання технічної готовності ЗРК в сучасних умовах, розглянуто у [8].

Питання розвитку систем контролю технічного стану і діагностування ЗРК розглядали автори у [9]. Класичні методи проектування систем контролю ракет детально розглянуті у [10], але ці методи розроблені на основі неуніфікованих апаратних засобів без урахування взаємовпливу апаратних і програмних засобів та не забезпечують раціональних характеристик КВС.

Метою статті є розробка методу синтезу структури КВС на базі уніфікованого ряду апаратно-програмних модулів (АПМ), що забезпечує скорочення витрат та термінів на розробку і побудову сучасних КВС при заданих вимогах до якості КВС.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У [10] запропонована методика синтезу КВС на базі ряду уніфікованих апаратних модулів. Але для скорочення термінів і вартості проектування та побудову КВС необхідно здійснювати як апаратно-програмну систему на основі взаємозв'язку програмних і апаратних засобів.

Структура КВС складається з сукупності АПМ, що забезпечують виконання заданих завдань контролю. При наявності уніфікованого ряду АПМ проектування структури КВС зводиться до визначення складу АПМ з необхідними характеристиками.

Тобто метод проектування КВС базується на виборі вихідної множини АПМ з ряду уніфікованих АПМ для забезпечення заданих вимог з контролю ОК, визначення оптимального складу АПМ при мінімальних витратах на КВС, і подальшого проектування апаратної і програмної частин КВС.

Запропонований метод синтезу КВС як апаратно-програмної системи складається з 9 етапів, які розглянемо нижче.

1. Визначається вихідна множина уніфікованих АПМ, виходячи з вимог за характеристиками контрольованих і стимулюючих сигналів ОК з урахуванням заданої моделі ОК.

2. Для сигналів, що не забезпечуються уніфікованим рядом АПМ, розробляються спеціальні АПМ, які включаються у вихідну множину.

3. Для заданого переліку контрольованих і стимулюючих сигналів і алгоритмів контролю проводиться синтез складу АПМ, виходячи з критеріїв ефективності проектованої КВС – забезпечення мінімальної вартості при забезпеченні заданих вимог за достовірністю контролю, тривалістю контролю, об'ємом пам'яті ЕОМ КВС. В результаті для кожного контрольованого і стимулюючого сигналу визначається конкретний АПМ. За результатами синтезу складу АПМ формуються склад уніфікованих апаратних і програмних модулів та склад спеціальних АПМ.

4. На етапі вибору стандартних рішень на основі ряду уніфікованих АПМ вибирається ЕОМ КВС та системне програмне забезпечення.

5. Для обраних спеціальних АПМ розробляються спеціальні апаратні засоби та програмне забезпечення (ПЗ) спеціальних АПМ. Після чого формується повний склад апаратних модулів та повний склад програмних модулів для побудови КВС.

6. На базі повного складу апаратних засобів

проводиться апаратне проектування КВС (розробляються схема з'єднань КВС, схема розміщення апаратних засобів в конструкції КВС).

7. З сукупності складу програмних модулів АПМ проводиться розробка вихідних програм контролю ОК з урахуванням розроблених при проектуванні уніфікованих АПМ уніфікованих описів сигналів, уніфікованих описів завдань контролю, уніфікованих операцій управління АПМ, а також програм самоконтролю КВС.

8. Здійснюється розробка описів АПМ. На основі цих описів і з урахуванням опису з'єднань КВС розробляється база даних КВС для забезпечення трансляції модулів програм контролю.

9. Після розробки бази даних КВС здійснюється трансляція вихідних програм контролю та їх налагодження. Модулі програми контролю розробляються незалежно від неї. Після виготовлення зразка КВС проводиться комплексне налагодження програм контролю та ПЗ КВС, стикування КВС з ОК. По завершенню зазначених робіт проводяться випробування КВС.

Проектування КВС для множини ОК передбачає визначення сукупності засобів контролю для множини завдань контролю. При проектуванні КВС як апаратно-програмної системи потрібно на основі заданих моделей ОК визначити склад уніфікованих АПМ, що реалізують задані завдання контролю з мінімальною вартістю.

Таким чином, формалізована постановка завдання синтезу КВС для множини ОК на основі уніфікованих АПМ буде наступною.

1. Нехай задана сукупність завдань контролю $A\{A_n\}$, $n = \overline{1, N}$. Для кожного завдання контролю задані: перелік контрольованих параметрів $X_n\{X_i\}$, $i = \overline{1, I_n}$, перелік стимулюючих і контрольованих сигналів $R_n\{R_m\}$, $m = \overline{1, M_n}$, де m від 1 до h – стимулюючі сигнали та від $(h+1)$ до M_n – контрольовані сигнали.

Під сигналом розуміється стимулюючий або контрольований сигнал на певному контакті ОК; $W_n\{W_i\}$ – алгоритми контролю параметрів. Відомо необхідне число КВС для кожного завдання j_n . Для параметрів, що контролюються, відомі закони розподілу ймовірностей значень параметрів $f\{x_i\}$ і допустимі межі їх зміни.

Відомі описи стимулюючих і контрольованих сигналів – для всіх завдань контролю і опис загальної вихідної множини АПМ B_0 , на підставі яких визначено вихідну множину АПМ за типами сигналів і ОК (для кожного сигналу кожного ОК) $B\{B_u\}$, $u = \overline{1, U}$.

2. Сукупність апаратних засобів вихідної множини АПМ $B\{B_u\}$ утворює вихідну множину

пристроїв $Q\{Q_k\}$, $k = \overline{1, K}$.

Кожен АПМ характеризується:

- часом виконання t_B ;
- похибкою (видачі, перетворення сигналу)

$d_{п}$;

- множиною пристроїв $Q_u\{Q_k\}$, $k \in K_u$,

де K_u – множина індексів пристроїв, що використовуються АПМ B_u ;

- об'ємом пам'яті для зберігання програм АПМ P_u ;

- вартістю розробки програми АПМ $C_{рп}$;
- вартістю настройки ПЗ АПМ $C_{нп}$.

Для кожного пристрою Q_k задана вартість $C_k(j_k)$, як функція від обсягу виробництва j_k :

$$C_k(j_k) = \begin{cases} a_k + b_k j_k, & \text{якщо } j_k > 0 \\ 0, & \text{якщо } j_k = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

де a_k – вартість розробки пристрою Q_k , яка не залежить від обсягу його виробництва, b_k – вартість виготовлення пристрою.

3. Необхідно визначити набір АПМ, який забезпечує виконання заданих вимог за достовірністю контролю та часу контролю для кожного завдання контролю A_n при мінімальній вартості C рішення всіх задач контролю.

4. Зв'язки між різними множинами АПМ описуються матрицями відповідності:

$$x_{mu} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } R_m \in B_u \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$$

$$h_{mu} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } Q_k \in B_u \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$$

$$g_{mu} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } R_m \in X_i \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$$

Крім того вводяться коефіцієнти:

e_{mi} – коефіцієнт впливу похибки формування або вимірювання сигналу R_m на похибку контролю параметра X_i .

c_{mi} – коефіцієнт впливу часу перетворення або видачі сигналу R_m на час контролю параметра X_i .

Достовірність контролю ОК, як функція достовірності контролю кожного параметра,

розраховується за виразом: $D_n = \prod_{i=1}^{I_n} D_i$, де D_i –

достовірність контролю параметра X_i є відомою функцією похибки контролю параметра

$$D_i = f(d_i).$$

Похибка d_i визначається похибками видачі стимулюючих і перетворення контрольованих сигналів, що беруть участь в контролі параметра і для кожного з яких вибирається один з АПМ B_u^* . Тобто похибка d_i є функцією похибок АПМ, що використовуються для контролю параметра X_i . Вплив похибок АПМ на похибку контролю параметра встановлюється за алгоритмом контролю параметрів $W_n(W_i)$. Найбільш часто [11] сумарну похибку контролю параметра визначають як:

$$s_i = \sqrt{\sum_{m=1}^{M_n} e_{mi}^2 \sum_{u=1}^U x_{mu} s_u^2}, \quad (2)$$

при умові $\sum_{u=1}^U x_{mu} = 1$ для $m = \overline{1, M}$.

Показниками достовірності є ймовірність “помилкової відмови” $P_{пв}$ і ймовірність “незнайденої відмови” $P_{нв}$. Ці показники обчислюються через ймовірності працездатності

для n -го ОК $P_W^n = \prod_{i=1}^{I_n} P_{W_i}$, ймовірності отримання результату “ОК придатний” для n -го ОК

$P_W^n = \prod_{i=1}^{I_n} P_{W_i}$ і спільної ймовірності зазначених

подій $P_{W_k}^n = \prod_{i=1}^{I_n} P_{W_i w_i}$: $P_{пв}^n = P_W^n - P_{Ww}^n$,

$$P_{нв}^n = P_W^n - P_{Ww}^n.$$

Ймовірність P_{W_i} визначається розподілом ймовірностей значень i -го параметра, а ймовірності P_{W_i} і $P_{W_i w_i}$ залежать від розподілів ймовірностей параметра і похибки його контролю:

$$P_{W_i} = f_1 \sqrt{\sum_{m=1}^{M_n} e_{mi}^2 \sum_{u=1}^U x_{mu} s_u^2} \quad (3)$$

$$P_{W_i} = f_2 \sqrt{\sum_{m=1}^{M_n} e_{mi}^2 \sum_{u=1}^U x_{mu} s_u^2} \quad (4)$$

$$P_{W_i w_i} = f_3 \sqrt{\sum_{m=1}^{M_n} e_{mi}^2 \sum_{u=1}^U x_{mu} s_u^2} \quad (5)$$

Вид функцій f_1 , f_2 , f_3 для обчислення ймовірностей в залежності від похибки контролю параметра наведено в [11]. Таким чином, достовірність контролю для кожного завдання A_n може бути визначена як:

$$P_{пв}^n = \prod_{i=1}^{I_n} \frac{e_{mi}}{e_{mi}} \sqrt{\sum_{m=1}^{M_n} e_{mi}^2 \sum_{u=1}^U x_{mu} s_u^2} - f_3 \sqrt{\sum_{m=1}^{M_n} e_{mi}^2 \sum_{u=1}^U x_{mu} s_u^2} \quad (6)$$

$$P_{\text{нв}}^n = \prod_{i=1}^{I_n} \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mi}^{2x_{mu}} s_u^2 \right) \right) \cdot f_3 \cdot \prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} s_u^2 \right) \quad (6)$$

Час контролю n-ой КВС t_n складається з часу виконання програми АПМ $t_{\text{вн}}$, часу, що визначаються затримками в ОК $t_{\text{зн}}$, часу, що пов'язаний з виконанням керуючої програми контролю $t_{\text{кн}}$: $t_n = t_{\text{вн}} + t_{\text{зн}} + t_{\text{кн}}$.

Значення $t_{\text{вн}}$ визначається за формулою:

$$t_{\text{вн}} = \prod_{i=1}^{I_n} \prod_{m=1}^{M_n} \prod_{u=1}^U a_{mi}^{2x_{mu}} t_u \quad (6)$$

Об'єм пам'яті ЕОМ n-ой КВС V_n визначається сумою об'ємів пам'яті, що використовується АПМ $V_{\text{в}}$ і об'ємом пам'яті, яка займається керуючою частиною програм контролю $V_{\text{пк}}$. Значення об'єму пам'яті V_n визначається виразом:

$$V_n = V_{\text{пк}} + \prod_{u=1}^U V_u \text{sgn} \left(\prod_{m=1}^{M_n} a_{mu}^{2x_{mu}} \right) \quad (7)$$

де $\text{sgn}(z) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } z > 0 \\ 0, & \text{якщо } z = 0 \end{cases}$.

Вартість контролю С КВС (всіх АПМ, на базі яких реалізується контроль для заданої сукупності задач) складається з наступних складових: вартості всіх пристроїв, що входять в АПМ, вартості розробки програм АПМ, вартості налаштування ПЗ АПМ.

Завдання полягає в мінімізації вартості КВС за умови, що її технічні характеристики відповідають вимогам за достовірністю, за часом контролю ОК, допустимим об'ємом пам'яті ЕОМ. Вартість всіх пристроїв, що входять до складу уніфікованих АПМ, визначається виразом [8]:

$$C = \prod_{k=1}^K \left(\prod_{n=1}^N \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} h_{uk} \right) \right) \right) + b_k \prod_{n=1}^N \max_i \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} h_{im} \right) \right) \quad (8)$$

Функція $\max(\dots)$ використовується для тих випадків, коли при контролі деякого параметра ОК може знадобитися більше одного однотипного АПМ. Тому в таких випадках доцільно присвоювати таким АПМ різні номери, при цьому вартість пристроїв запишеться у вигляді:

$$C = \prod_{k=1}^K \left(\prod_{n=1}^N \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} h_{uk} \right) \right) \right) + b_k \prod_{n=1}^N \text{sgn} \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} h_{im} \right) \right) \quad (9)$$

Вартість розробки ПЗ АПМ дорівнює:

$$C_{\text{пз}} = \prod_{u=1}^U C_{\text{уп}} \text{sgn} \left(\prod_{n=1}^N \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} \right) \right) \right) \quad (10)$$

Вартість налаштування ПЗ АПМ дорівнює:

$$C_{\text{пн}} = \prod_{u=1}^U C_{\text{ун}} \text{sgn} \left(\prod_{n=1}^N \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} \right) \right) \right) \quad (11)$$

Використовуючи отримані вирази, математичне формулювання задачі синтезу КВС для множини ОК має наступний вигляд:

$$\min C = \prod_{k=1}^K \left(\prod_{n=1}^N \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} h_{uk} \right) \right) \right) + b_k \prod_{n=1}^N \max_i \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} h_{im} \right) \right) + \prod_{u=1}^U C_{\text{уп}} \text{sgn} \left(\prod_{n=1}^N \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} \right) \right) \right) + \prod_{u=1}^U C_{\text{ун}} \text{sgn} \left(\prod_{n=1}^N \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} \right) \right) \right) \quad (12)$$

Вираз (12) отриманий при наступних обмеженнях:

– ймовірності помилкової відмови і незнайденної відмови при контролі кожного ОК повинні бути менше заданих значень:

$$P_{\text{нв}}^n(x_{\text{му}}) = \prod_{i=1}^{I_n} \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mi}^{2x_{mu}} s_u^2 \right) \right) \cdot f_3 \cdot \prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} s_u^2 \right) \cdot P_{\text{пвнз}}^n, n = \overline{1, N}, \quad (13)$$

$$P_{\text{нв}}^n(x_{\text{му}}) = \prod_{i=1}^{I_n} \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mi}^{2x_{mu}} s_u^2 \right) \right) \cdot f_3 \cdot \prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} s_u^2 \right) \cdot P_{\text{іа}}^n, n = \overline{1, N} \quad (14)$$

– час контролю кожного ОК має бути менше заданого:

$$t_{\text{нв}}(x_{\text{му}}) = \prod_{i=1}^{I_n} \prod_{m=1}^{M_n} \prod_{u=1}^U a_{mi}^{2x_{mu}} t_u \leq t_{\text{нв}} - t_{\text{нм}} - t_{\text{ну}}, n = \overline{1, N}, \quad (15)$$

– об'єм пам'яті ЕОМ не повинен перевищувати заданий:

$$V_n(x_{\text{му}}) = \prod_{u=1}^U V_u \text{sgn} \left(\prod_{m=1}^{M_n} \left(\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} \right) \right) \leq V_{\text{пк}} - V_{\text{ну}}, n = \overline{1, N}, \quad (16)$$

– для кожного необхідного сигналу при контролі повинен бути призначений тільки один АПМ:

$$\prod_{u=1}^U a_{mu}^{2x_{mu}} \text{sgn} \left(\prod_{i=1}^I a_{mi}^{2x_{mi}} g_{im} \right) = 1, m = \overline{1, M_n}, n = \overline{1, N}. \quad (17)$$

Вираз (17) визначає вибір для сигналу єдиного АПМ з уніфікованого ряду, і отже, єдине рішення завдання оптимізації при синтезі структури КВС.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, у статті запропонований метод синтезу КВС як апаратно програмної системи, який ґрунтується на виборі множини АПМ з уніфікованого ряду АПМ і при необхідності спеціальних АПМ для забезпечення заданих вимог з контролю ОК. Запропоновано математичне формулювання задачі синтезу складу КВС, яка полягає у визначенні набору АПМ, який забезпечує виконання заданих вимог до якості КВС (достовірність контролю, час контролю) при мінімальній вартості КВС.

Проектування КВС на основі уніфікованого ряду АПМ показало, що в порівнянні з існуючими методами на базі апаратних засобів процес різко спрощується. За досвідом створення модернізованого комплексу “Гурт-М” для

контролю різних видів авіаційного озброєння на державному підприємстві “ДержККБ Луч”, створення КВС зводиться практично на 80-90% (відсоток використання уніфікованого ряду АПМ) до вибору потрібної множини АПМ.

В результаті роботи, які пов'язані з розробкою методик контролю, структури контрольно-вимірвальних каналів, складу апаратних засобів, структурно-методичних варіантів контролю [12] не проводяться, що дає суттєву перевагу в зменшенні витрат на проектування та побудову КВС. Об'єм обладнання КВС, які побудовані на основі АПМ, приблизно в 2-3 рази менше обсягу обладнання КВС, побудованих на основі апаратних засобів, а терміни розробки конструкторської документації скорочуються в 2-3 рази. Напрямок подальших досліджень є складання алгоритму завдання синтезу КВС.

Література

1. Гриб Д.А., Ланецький Б.М., Лук'янчук В.В. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання боеготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах: Науково-теоретичний та науково-практичний журнал “Наука і оборона”. 2012. №3. С. 55–63. **2. Карпенко Д.В.** Стан та перспективи розвитку зенітного ракетного озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України: Науковий журнал “Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України”. 2017. № 2(27). С.75–78. **3. Прібилєв Ю.Б., Сакович Л.В.** Підхід до побудови уніфікованої універсальної автоматизованої контрольно-випробувальної станції ракетного озброєння: Науково-теоретичний та науково-практичний журнал “Наука і оборона”. Київ. 2017. №1. С. 42–48. **4. Барзилович Е.Ю.** Модели технического обслуживания сложных систем. М.: Высш. шк. 1982. 230 с. **5. Месарович, М.** Общая теория систем: математические основы. [Текст] / М. Месарович, И. Такахага // Пер. с англ. М.: “Мир”, 1978. – 312 с. **6. Бергаланфи, Л. фон.** Общая теория систем – критический обзор. // Исследования по общей теории систем: Сборник переводов / Общ. ред. В. Н. Садовского

и Э. Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82. **7. Гайдес, М. А.** Общая теория систем. (Системы и системный анализ) [Текст] / М.А. Гайдес. // – М.: Глобус-Пресс, 2005. – 201 с. **8. Пермяков О. Ю. Прібилєв Ю.Б., Дюбанов О.О.** Модель системи діагностування, технічного обслуговування та ремонту складних технічних систем військового призначення: Науково-теоретичний та науково-практичний журнал “Наука і оборона”. 2016. № 2. С. 48–52. **9. Жердев М.К., Вишнівський В.В., Пампуха І.В., Скуйбіда О.Ю.** Напрями розвитку систем контролю технічного стану і діагностування складних технічних систем: Зб. наук. праць ВКНУ імені Тараса Шевченка. 2006. № 3. С. 22–25. **10. Гнедов Г.М., Росенбаули О.Б., Шумов Ю.А.** Проектирование систем контроля ракет. М.: Машиностроение, 1975. 224 с. **11. Пономарев Н.Н., Фрумкин И.С., Гусинский И.С.** и др. Проектирование внешних средств автоматизированного контроля радиоэлектронного оборудования. / Под ред. Н.Н. Пономарева. М.: Радио и связь. 1984. 296 с. **12. ДСТУ 2389–94.** “Технічне діагностування та контроль технічного стану. Основні терміни та визначення”.

МЕТОД СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ КОРТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Юрий Борисович Прибылев (канд. техн. наук, доцент)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье разработан метод синтеза структуры контрольно-испытательной станции на базе унифицированного ряда аппаратно-программных модулей, согласно которому выбираются необходимые аппаратно-программные модули из ряда унифицированных модулей для обеспечения заданных требований по контролю объектов контроля при минимальных затратах на строительство контрольно-испытательной станции. Основные этапы метода включают: определение исходного множества унифицированных аппаратно-программных модулей; разработку специальных аппаратно-программных модулей; синтез структуры контрольно-испытательной станции как совокупности аппаратно-программных модулей, которая обеспечивает заданные требования по достоверности контроля и времени контроля при минимальной стоимости контрольно-испытательной станции; выбор ЭВМ базового модуля контрольно-испытательной станции и разработка программы контроля; аппаратное построение и комплексную наладку контрольно-испытательной станции. Разработанный метод позволяет построить перспективную универсальную автоматизированную контрольно-

испытательную станцию переменной конфигурации, которая сможет проводить автоматизированный контроль и диагностирование неисправностей всех образцов современного ракетного вооружения Вооруженных Сил Украины и перспективных разрабатываемых ракет.

Ключевые слова: контрольно-испытательная станция, объект контроля, аппаратно-программный модуль.

THE METHOD OF SYNTHESIS OF STRUCTURE OF THE CONTROL AND TEST STATION

Yurii Pribyliev (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

There is developed a method of synthesis of the structure of control and test station on the basis of an unified number of hardware-software modules in the article. The proposed method involves the definition of the necessary hardware and software modules from a number of unified modules to provide for the specified requirements for control of objects of control with minimal costs for the construction of a test and testing station. The main stages of the method include: determining the source set of unified hardware and software modules; development of special hardware-software modules; the synthesis of the structure of the control and testing station as a set of hardware-software modules, which provides the specified requirements for the reliability of control and duration of control with a minimum cost of the test and testing station; selection of the base unit control and test station computer and control program development; hardware construction and complex setup of control and testing station. This developed method allows to construct a promising universal automated control and testing station with variable configuration, which will be able to carry out automated control and diagnostics of malfunctions of all samples of missile weapons, which are on the arming of the Ukrainian armed forces and the advanced missiles currently under development.

Keywords: control-test station, object of control, hardware-software module.

References

- 1. Ghryb D.A.** Udoshkalennja metodiv tekhnichnoji ekspluataciji i remontu jak osnova pidtrymannja bojgheotovogho stanu zenitnogho raketnogho ozbrojennja v suchasnykh umovakh [Tekst] / D. A. Ghryb, B. M. Lanecjkyj, V. V. Lukjanchuk // Nauka i oborona. – 2012. – №3. – S. 55-63.
- 2. Karpenko D.V.** Stan ta perspektyvy rozvytku zenitnogho raketnogho ozbrojennja Povitrynykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrajiny. // Nauka i tekhnika Povitrynykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrajiny. – 2017. – # 2(27). – S.75–78.
- 3. Pribyliev Ju.B., Sakovych L.V.** Pidkhid do pobudovy unifikovanoji universalnoji avtomatyzovanoji kontroljno-vyprobuvajnoji stanciji raketnogho ozbrojennja // Naukovo-teoretychnyj ta naukovo-praktychnyj zhurnal “Nauka i oborona”. – Kyjiv. – 2017. – #1. – S. 42–48.
- 4. Barzilovich E. Yu.** Modeli tehničeskogo obsluzhivaniya slozhnyh sistem / E. Yu.Barzilovich. – M.: Vyssh. shk. 1982. – 230 s.
- 5. Mesarovich, M.** Obschaya teoriya sistem: matematicheskie osnovy. [Tekst] / M. Mesarovich, I. Takahara // Per. s angl. M.: “Mir”, 1978. – 312 s.
- 6. Bertalanfi, L. fon.** Obschaya teoriya sistem – kriticheskiy obzor. // Issledovaniya po obschey teorii sistem: Sbornik perevodov / Obsch. red. V. N. Sadovskogo i E. G. Yudina. – M.: Progress, 1969. – S. 23-82.
- 7. Gaydes, M. A.** Obschaya teoriya sistem. (Sistemy i sistemnyy analiz) [Tekst] / M.A. Gaydes. // – M.: Globus-Press, 2005. – 201 s.
- 8. Permyakov O. Ju., Pribyliev Ju.B., Djubanov O.O.** Modelj systemy diagnostuvannja, tekhnichnogho obsluzhovuvannja ta remontu skladnykh tekhnichnykh sistem vijsjkovogho pryznachennja. // Nauka i oborona. – 2016. – # 2. – S. 48–52.
- 9. Zherdjev M.K., Vyshnivskij V.V., Pampukha I.V., Skujbida O.Ju.** Naprjamy rozvytku system kontrolju tekhnichnogho stanu i diagnostuvannja skladnykh tekhnichnykh sistem // Zb. nauk. pracj VIKNU imeni Tarasa Shevchenka. – 2006. – # 3. – S. 22–25.
- 10. Gnedov G.M., Rosenbauli O.B., Shumov U.A.** Proektirovanie system kontrilya raket. - M.: Mashinostroenie, 1975. – 224 s.
- 11. Ponomarev N.N., Frumkin I.S., Gusinskij** Proektirovanie vneshnih sredsv avtomatizirovanogo kontrolya radioelektronogho oborudovaniya . – M.: Radio i svaz. – 1984. – 296 s.
- 12. DSTU 2389–94.** “Tekhnichne diagnostuvannja ta kontrolj tekhnichnogho stanu. Osnovni terminy ta vyznachennja”.