

Юрій Борисович Прібілєв (канд. техн. наук)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ КОНТРОЛЬНО-ВИПРОБУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

У статті запропоновано концепцію побудови автоматизованої контрольно-випробувальної станції, яка заснована на поєднанні методу побудови функціональної організації контрольно-випробувальної станції та методу синтезу структури контрольно-випробувальної станції на основі програмно-апаратних блоків, що дозволяє спростити та підвищити оперативність розробки програми контролю, скоротити терміни побудови та обсяг апаратних засобів контрольно-випробувальної станції, забезпечити їх уніфікацію та подальшу модифікацію та здійснити проектування КВС за мінімумом витрат. Розроблена концепція побудови автоматизованої контрольно-випробувальної станції наведена у вигляді послідовного вирішення ряду завдань, що об'єднані у двох етапах. На першому етапі здійснюється синтез інформаційного вигляду контрольно-випробувальної станції (визначення множини функцій, що реалізуються контрольно-випробувальною станцією), а на другому – синтез структури контрольно-випробувальної станції на основі програмно-апаратних блоків.

Ключові слова: контрольно-випробувальна станція, програма контролю, програмно-апаратний блок.

Вступ

Зростання темпів старіння озброєнь та військової техніки зенітних ракетних військ (ЗРВ) [1] має наслідком те, що існуючі контрольно-випробувальні станції (КВС), які є на постачанні ЗС України, не завжди забезпечують достовірний контроль технічного стану зенітних керованих ракет (ЗКР). Розробка нових зенітних ракетних комплексів (ЗРК) супроводжується зростанням їх складності та технологічного рівня, що вимагає підвищення ефективності контролю. Тому одночасно з побудовою нових зразків ЗКР та модернізацією існуючих ЗКР актуальною проблемою є побудова сучасних КВС, які є головним інструментом надання обслуговуючому персоналу достовірної інформації про технічний стан (ТС) ЗКР [2].

Постановка проблеми.

Побудова КВС, як складної технічної системи (СТС) потребує вирішення однієї з глобальних проблем синтезу СТС – розв'язання суперечностей між привабливістю і перспективністю нового, але неосвоєного і в значній мірі сумнівного, і конкретністю, надійністю, але обмеженістю старого, відпрацьованого і відомого. Завжди існує недостатній обсяг апріорної інформації, що має пряме відношення до нових ідей, що і створює проблему. На жаль, спокуса і тяга до сталих технічних рішень і поглядів на СТС в цілому настільки великі, що вони об'єктивно і насильно насаджують традиційні підходи до вирішення завдань синтезу і сприяють ненавмисному приховуванню нових технічних ідей.

Але використання традиційних підходів при проектуванні нових КВС, хоча і дозволяє побудувати КВС з необхідними технічними характеристиками, занадто обтяжливе для бюджету. Тому актуальною є розробка нової

концепції, що дозволить здійснити проектування та побудову нового покоління КВС з необхідними технічними характеристиками за мінімумом витрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ЗКР є складною технічною системою, яка характеризується різноманітними показниками, які необхідно контролювати під час експлуатації [3]. Розробкою методів технічної експлуатації ЗКР і підтримання технічної готовності ЗРК займалися автори [4, 5].

У роботі [2] запропонований підхід до побудови уніфікованої універсальної автоматизованої КВС, на основі якого у статті [6] розроблений метод синтезу структури КВС на базі уніфікованого ряду програмно-апаратних блоків (ПАБ). У корисній моделі [7] наведений спосіб синтезу КВС за допомогою дерева функцій, що описує функціональну організацію системи. Але комплексна концепція, що зв'язує функціональну організацію КВС та структурну організацію КВС, розроблена ще не була.

Метою статті є розробка концепції побудови автоматизованої КВС, на основі комплексування методу побудови функціональної організації КВС та методу синтезу структури КВС на базі ПАБ, що дозволить спростити та підвищити оперативність розробки програм контролю, скоротити терміни розробки КВС, забезпечити уніфікацію і можливість подальшої модифікації КВС та здійснити проектування КВС за мінімумом витрат.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо основні етапи синтезу функціональної організації КВС, що дозволяє виконати вимоги замовника та спростити складання програми контролю ЗКР. У [7] показано, що алгоритм побудови програми

контролю КВС можна представити у вигляді дерева функцій системи (ДФС). Вихідними даними для формування ДФС є цільове призначення і основні функції КВС, які сформульовані в технічному завданні замовником. ДФС представляє декомпозицію цільової функції системи F^0 множини основних функцій $\{F^j\}$ на більш елементарні функції, що реалізовані на наступних рівнях декомпозиції. Реалізовані на i -му рівні функції F_i^j є мікрофункціями відносно до макрофункції F_{i-1}^j ($i-1$)-го порядку, що породжує їх.

Згідно запропонованого методу, декомпозиція триває до тих пір, поки не з'явиться можливість зв'язати функції нижніх рівнів дерева з відповідними ПАМ КВС. Результатом синтезу ДФС є безліч функцій, які можливо розділити на дві групи: основні і додаткові. Основні функції – це функції, без реалізації яких неможливо проведення повного комплексного контролю ЗКР. Додаткові функції розширюють можливості системи, сферу її застосування і сприяють поліпшенню показників якості КВС.

Далі складається таблиця можливих (допустимих) функціональних зв'язків між функціями, що реалізуються цією КВРС, за допомогою якої отриманий вираз, що описує варіанти функціональної побудови КВС. Спростити цей вираз дозволяє побудова графової моделі, що складається за допомогою матриці суміжності. Внутрішньоваріантна оптимізація системи здійснюється перебором усіх можливих варіантів та пошуком найкоротшого з них, що також дозволяє спростити та підвищити оперативність складання програми контролю КВС.

Таким чином, удосконалений метод побудови функціональної організації КВС, який відрізняється від відомих переходом від множинного опису функцій КВС до графової моделі, дозволяє спростити та підвищити оперативність пошуку варіантів функціональної побудови програми контролю КВС.

Подальше підвищення ефективності побудови КВС за рахунок скорочення термінів і вартості розробки КВС досягається побудовою КВС як програмно-апаратної системи з урахуванням взаємозв'язку апаратних засобів та їх програмного забезпечення (ПЗ). У [2] доказана перспективність синтезу КВС з урахуванням принципів модульності – як ряду уніфікованих ПАБ. Проектування КВС на основі ПАБ може бути представлено на двох рівнях. Перший рівень – це вибір та застосування одного або декількох стандартизованих структурних рішень на основі ПАБ: цифрових інтерфейсів, варіантів розподілу обсягу обробки інформації між центральною ЕОМ і периферійними процесорами, варіанти системного ПЗ і т.і. Другий рівень – це синтез структури КВС, що забезпечує формування стимулюючих і обробку контрольованих сигналів

за допомогою розроблених на першому рівні стандартних ПАБ КВС.

При наявності уніфікованого ряду ПАБ проектування структури КВС зводиться до визначення складу ПАБ з необхідними характеристиками. Побудова КВС як програмно-апаратної системи накладає особливості на процес проектування, визначає особливості і сукупність завдань, вирішення яких є необхідним для розробки КВС та включає наступні етапи.

1. Визначення вихідної множини уніфікованих ПАБ, враховуючи вимоги за характеристиками контрольованих і стимулюючих сигналів з урахуванням заданої моделі ЗКР. У вихідну множину для кожного контрольованого і стимулюючого сигналу включаються всі можливі ПАБ, які можуть забезпечити характеристики даного сигналу (стимулюючий або контрольований сигнал на певному контакті ЗКР). Для формалізації даного етапу характеристики сигналів повинні бути задані у формалізованому вигляді, наприклад, у вигляді записів операторів, що містять найменування та значення характеристик сигналів. Технічні характеристики базових ПАБ також повинні бути представлені у формалізованому вигляді.

2. Для сигналів, що не забезпечуються базовими ПАБ, розробляються спеціальні ПАБ, конфігурації яких включаються в вихідну множину.

3. Для заданого переліку контрольованих і стимулюючих сигналів і алгоритмів контролю проводиться синтез складу ПАБ, виходячи з критеріїв ефективності проекрованої КВС – забезпечення максимальної достовірності контролю КВС при забезпеченні заданих вимог за вартістю контролю і тривалістю контролю. За результатами синтезу для кожного контрольованого і стимулюючого сигналу визначається конкретний ПАБ та формується склад уніфікованих та спеціальних ПАБ.

4. На етапі вибору стандартних рішень на основі ряду уніфікованих ПАБ вибирається ЕОМ КВС та системне ПЗ.

5. Для обраних спеціальних ПАБ розробляються спеціальні апаратні засоби та ПЗ спеціальних ПАБ. Після чого формується повний склад апаратних та програмних блоків 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 ПАБ проводиться розробка вихідних програм контролю ЗКР з урахуванням розроблених при проектуванні уніфікованих ПАБ, уніфікованих описів сигналів та завдань контролю, уніфікованих операцій управління ПАБ, а також програм самоконтролю КВС.

8. Здійснюється розробка описів ПАБ, на основі яких 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 і ПЗ КВС та випробування КВС.

Проектування КВС на основі ПАБ в порівнянні з проектуванням на базі апаратних засобів різко спрощує процес побудови КВС. За досвідом побудови КВС у державному київському конструкторському бюро “Луч”, створення КВС зводиться на 80-90% до вибору складу ПАБ. При цьому витрати на розробку КВС в цілому (включаючи розробку конструкторської, програмної документації, виготовлення зразків, рішення системних питань, настройку) зменшуються у 2-3 рази порівняно з методом апаратної будови.

Концепція побудови КВС наведена у вигляді методологічної схеми на рис. 1.

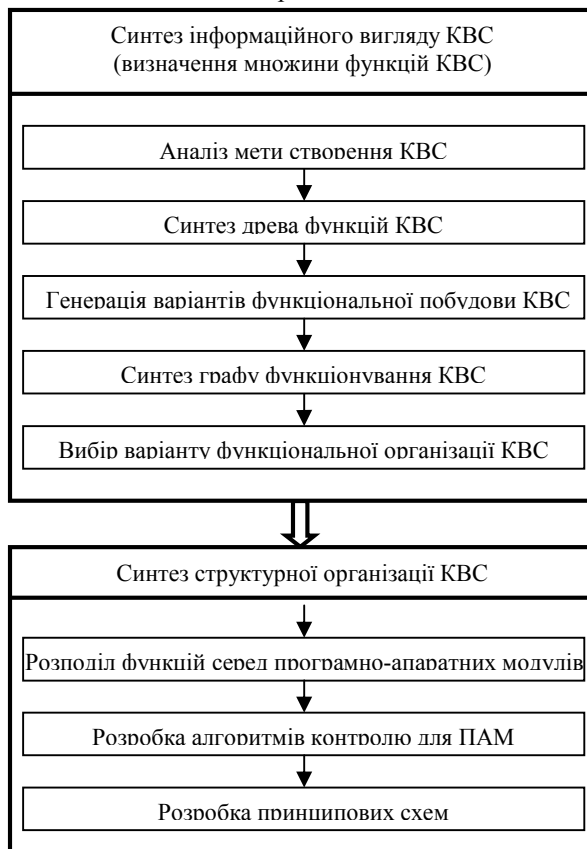


Рисунок 1 – Концепція побудови контрольно-випробувальної станції

Література

1. 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. **2. Прибілев Ю.Б.** Підхід до побудови уніфікованої універсальної автоматизованої контрольно-випробувальної станції ракетного озброєння. /

Методологічна схема побудови автоматизованої КВС наведена у вигляді послідовного вирішення ряду завдань. На першому етапі проводиться синтез інформаційного вигляду КВС (визначення множини функцій, що реалізуються КВС). На другому етапі – синтез структурної організації КВС на основі ПАБ.

За результатами аналізу мети створення КВС та її призначення визначаються цільова функція, що відповідає призначенню КВС, основні та додаткові (сервісні) функції, що реалізуються системою. Функціональна організація КВС є її інформаційним виглядом, який синтезується і оптимізується для кожного варіанту функціонального розбиття КВС. Вибирається варіант, що є найкращим з точки зору обраних показників якості системи. Функціональна організація, яка відповідає обраному інформаційному вигляду, є основою для розробки структурної організації та вибору комплексу ПАБ та ПЗ КВС.

Методика структурного проектування КВС заснована на виборі вихідної множини ПАБ з уніфікованого ряду ПАБ для забезпечення заданих вимог щодо контролю ЗКР, визначенні оптимального складу ПАБ при мінімальних витратах на КВС та апаратного і програмного проектування КВС як цілісної системи.

Важливим етапом розробки структурної організації КВС є оптимізація співвідношення між апаратними та програмними засобами, що реалізують функції КВС. Це завдання вирішується шляхом пошуку такого розподілу функцій, за якого забезпечується екстремум показника якості системи.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, у статті вперше запропоновано концепцію побудови автоматизованих КВС, яка заснована на поєднанні методу побудови функціональної організації КВС та методу синтезу структури КВС на основі ПАБ, що дозволяє спростити та підвищити оперативність розробки програми контролю, скоротити терміни побудови та обсяг апаратних засобів КВС, забезпечити їх уніфікацію та подальшу модифікацію.

Розроблена концепція побудови автоматизованої КВС наведена у вигляді послідовного вирішення ряду завдань, що об'єднані у двох етапах. На першому етапі проводиться синтез інформаційного вигляду КВС (визначення множини функцій, що реалізуються КВС), а на другому – синтез структури КВС на основі ПАБ.

Ю. Б. Прибілев, Л. В. Сакович. // Наука і оборона. – 2017. – № 1. – С. 42-48. **3. Архангельский И. И.** Проектирование зенитных управляемых ракет. / И. И. Архангельский П. П. Афанасьев, И. С. Голубев, В. Г. Светлов и др. – М.: МАИ, 2001. – 732 с. **4. Гриб Д. А.** Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання

боеготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах [Текст] / Д. А. Гриб, Б. М. Ланецький, В. В. Лук'янчук // Наука і оборона. – 2012. – №3. – С. 55-63. **5. Пермяков О. Ю.** Модель системи діагностування, технічного обслуговування та ремонту складних технічних систем військового призначення. / О. Ю. Пермяков, Ю. Б. Прибілев, О. О. Дюбанов. // Наука і оборона. – 2016. – № 2. – С. 48-52. **6. Прибілев Ю. Б.** Метод синтезу структури

контрольно-випробувальної станції / Ю. Б. Прибілев // Науковий журнал „Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони“. К.: НУОУ, вип. №2(29), 2017, с.65-70. **7. Прибілев Ю. Б.** Спосіб синтезу структури автоматизованої системи контролю та діагностики / Ю. Б. Прибілев, А.В. Шишацький // Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель 03.11.2017 №26770/ЗУ/17.

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ

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

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье предложена концепция построения автоматизированной контрольно-испытательной станции, которая основана на сочетании метода построения функциональной организации контрольно-испытательной станции и метода синтеза структуры контрольно-испытательной станции на основе программно-аппаратных блоков, которая позволяет упростить и повысить оперативность разработки программы контроля, сократить сроки построения и объем аппаратных средств контрольно-испытательной станции, обеспечить их унификацию и дальнейшую модификацию и осуществить проектирование контрольно-испытательной станции с минимальными затратами. Разработанная концепция построения автоматизированной контрольно-испытательной станции приведена в виде последовательного решения ряда задач в двух этапах. На первом этапе проводится синтез информационного вида контрольно-испытательной станции (определение множества функций, реализуемых контрольно-испытательной станцией), а на втором - синтез структуры контрольно-испытательной станции на основе программно-аппаратных блоков.

Ключевые слова: контрольно-испытательная станция, программа контроля, программно-аппаратный блок.

CONCEPT OF CONSTRUCTION OF CONTROL AND TEST STATION

Yurii Pribyliev (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

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

The article proposes the concept of the construction of automated control and test station, which is based on the combination of the method of constructing the functional organization of the control and test station and the method of synthesizing the structure of the control and test station on the basis of software-hardware blocks, which allows simplifying and increasing the efficiency of the development of the control program, reducing the construction time and the volume of hardware control and test station, unification and further modification. The proposed concept allows to design the control and testing station with minimal costs. The developed concept of the construction of automated control and test station is presented in the form of a consistent solution of a number of tasks that combine in two stages. At the first stage, the synthesis of the informational appearance of the control and test station (determination of the plurality of functions implemented by the control and test station) is carried out, and the second - the synthesis of the structure of the control and test station on the basis of software and hardware blocks. Functional organisation of the control and testing station is the basis for the separation of the structural organisation of the control and testing station.

Key words: control and test station, program of control, software-hardware unit.

References

1. Karpenko D.V. Stan ta perspektyvy rozvytku zenitnogo raketnogo ozbrojennja Povitrjanykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrainy: Naukovyj zhurnal "Nauka i tekhnika Povitrjanykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrainy". 2017. №2(27). S.75-78. **2. Pribyljev Ju.B.,** Sakovych L.V. Pidkhid do pobudovy unifikovanoji universalnoji avtomatyzovanoji kontroljno-vyprobuvalnoji stanciji raketnogo ozbrojennja: Naukovo-teoretychnyj ta naukovo-praktychnyj zhurnal "Nauka i obrona". Kyjiv. 2017. №1. S. 42-48. **3. Arkhangheljskij Y. Y.** Proektyrovanye zenutnykh upravljajemykh raket. / Y. Y. Arkhangheljskij P. P. Afanasj'ev, Y. S. Gholubev, V. Gh. Svetlov y dr. – M.:MAY, 2001. – 732 s. **4. Ghryb D. A.** Udoskonalennja metodiv tekhnichnoji ekspluataciji i remontu jak osnova pidtrymannja bojehotovogho stanu zenitnogo raketnogo ozbrojennja v suchasnykh umovakh [Текст] /

D. A. Ghryb, B. M. Lanecjkij, V. V. Luk'janchuk // Nauka i obrona. – 2012. – №3. – S. 55-63. **5. Permjakov O. Ju.** Modelj systemy diagnostuvannja, tekhnichnogho obslughovuvannja ta remontu skladnykh tekhnichnykh system vijsjkovogho pryznachennja. / O. Ju. Permjakov, Ju. B. Pribyljev, O. O. Djubanov. // Nauka i obrona. – 2016. – №2. – S. 48-52. **6. Pribyljev Ju. B.** Metod syntezy struktury kontroljno-vyprobuvalnoji stanciji / Ju. B. Pribyljev // Naukovyj zhurnal „Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta obrony“. K.: NUOU, vyp. №2(29), 2017, s.65-70. **7. Pribyljev Ju. B.** Sposib syntezy struktury avtomatyzovanoji systemy kontrolju ta diagnostyky / Ju. B. Pribyljev, A.V. Shyshacjkij // Rishennja pro vydachu deklaracijnogho patentu na korysnu modelj 03.11.2017 №26770/ZU/17.