

УДК 623.419:[623.488:005.591.6]

**Ю. Б. Прібилєв,***кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри застосування космічних систем та геоінформаційного забезпечення Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, полковник,***Л. В. Сакович,***кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичних основ технічної експлуатації засобів спеціального зв'язку та захисту інформації Інституту спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського*

## Підхід до побудови уніфікованої універсальної автоматизованої контрольно- випробувальної станції ракетного озброєння

*У статті проведений аналіз існуючих контрольно-випробувальних станцій ракетного озброєння та запропоновано підхід до побудови уніфікованої універсальної автоматизованої контрольно-випробувальної станції ракетного озброєння, що ґрунтується на вдосконаленому методі «базового агрегату».*

*Ключові слова: ракетне озброєння, контрольно-випробувальна станція, LabVIEW, метод «базового агрегату».*

© Ю. Б. Прібилєв, Л. В. Сакович, 2017

**П**опри обмежене застосування авіації під час проведення антитерористичної операції на південному сході України, загроза застосування Російською Федерацією засобів повітряного нападу (ЗПН) залишається високою. Захист повітряного простору України покладається на авіацію та, головним чином, на засоби протиповітряної оборони (ППО) як менш витратний спосіб захисту від ЗПН противника, порівняно з винищувальною авіацією.

Для зміцнення боєздатності авіації та засобів ППО проводиться модернізація та прийняття на озброєння нових зразків озброєння та військової техніки, а також підвищується технічна готовність ракетного озброєння (РО), яке є основною ударною силою авіації та ракетних комплексів (РК).

*Постановка проблеми.* Проведення вдалих випробувань РК «Вільха» та навчань 1 грудня 2016 р. з влучними стрільбами зенітно-ракетною системою С-300 доводить успіхи «Укроборонпрому». Але існуючі темпи оновлення озброєння та військової техніки Збройних Сил України відстають від темпів старіння РО, значна частина якого перебуває на озброєнні кілька десятків років та потребує ремонту й модернізації.

Наприклад, на підставі розпорядження Кабінету Міністрів України № 921 від 8 вересня 2015 р. має бути модернізований зенітно-ракетний комплекс (ЗРК) С-125, який перебуває на озброєнні з 1961 р. Науково-виробниче підприємство «Аеротехніка» здійснює модернізацію комплексу із заміною 90% елементної бази, після чого ЗРК С-125-2Д «Печора-2Д» матиме мобільну базу, збільшену дальність і точність ураження ЗПН противника, підвищену завадостійкість і розрахунковий ресурс експлуатації не менше ніж 15 років [1].

Для підтримання технічної готовності РО необхідне надання обслуговуючому персоналу достовірної інформації про технічний стан (ТС) РО. Основним джерелом такої інформації є проведення регламентних і контрольно-випробувальних робіт з РО за допомогою штатних контрольно-випробувальних рухомих станцій (КВРС), які є обов'язковою складовою частиною ЗРК, що перебувають на озброєнні Збройних Сил України. У зв'язку із цим актуальною є наукова проблема побудови сучасних автоматизованих КВРС, які дають змогу підвищити рівень технічної готовності і зменшити вартість експлуатації РО за рахунок автоматизації контрольно-випробувальних робіт на всіх етапах життєвого циклу (ЖЦ) ракет.

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* ЗРК є складною технічною системою, яка характеризується різноманітними показниками та складається з великої кількості різноманітних елементів, котрі взаємодіють між собою [2]. Багато авторів займалися удосконаленням методів їх технічної експлуатації та ремонту як основного способу підтримання технічної готовності ЗРК у сучасних умовах [3], питаннями прогнозування довговічності ЗРК [4] та залишкового терміну служби засобів ЗРК під час експлуатації за ТС [3–6]. У роботі [7] наведені

загальні вимоги до КВРС, що використовуються при проектуванні РО, а в статті [8] визначаються основні напрями й методи підвищення ефективності автономних автоматизованих систем технічного діагностування для радіоелектронних засобів. Але методи побудови сучасних автоматизованих КВРС РО є недостатньо дослідженими.

*Виклад основного матеріалу дослідження.* Історія розвитку РО показує, що з удосконаленням ракет змінювалася стратегія їх експлуатації. З урахуванням цього можна класифікувати РО за властивостями контролепридатності та ремонтпридатності й визначити три головні види ракет.

1. РО, які є контролепридатним і ремонтпридатним при експлуатації у військах.

2. РО, котрі є контролепридатним, але неремонтпридатним при експлуатації у військах.

3. РО типу ракета-«патрон», які є неконтролепридатним та неремонтпридатним при експлуатації у військах.

Третій тип ракет весь термін експлуатації у військах перебуває в герметичному транспортно-пусковому контейнері (ТПК) і залишається поза контролем ТС (іноді зберігається можливість передпускового контролю обмеженої кількості критично важливих параметрів ракети). Ремонт і контроль ТС такого типу ракет передбачається тільки в заводських умовах.

Військові вважають перспективними й надають перевагу ракетам типу «патрон» – у цьому випадку вони мають можливість зосередитися на суто військових аспектах застосування ракет, а не витратити сили й час на технічне обслуговування (ТО) і регламентні роботи з РО. Однак виробляти й експлуатувати такі сучасні та дорогі ракетні комплекси за регламентом в межах гарантійних термінів, котрі надав виробник, можуть дозволити собі тільки дві країни – США та Російська Федерація.

За винятком зазначеної переваги, у ракет типу «патрон» є багато недоліків. Передусім це найдорожчий тип РО, що має велике значення для України з військовим бюджетом, на порядок меншим за російський. До того ж військова практика експлуатації РО показала, що навіть у разі незначного пошкодження ТПК з ракетою під час зберігання або транспортування, що не так вже й рідко трапляється, неконтролепридатну ракету у ТПК доводиться знімати з експлуатації та відправляти виробникові для проведення контролю ТС або ремонту. Як наслідок, знижується коефіцієнт технічного використання і збільшується вартість ЖЦ РО. Тому доцільно проектування та побудову нового покоління РК здійснювати з можливістю контролепридатності ракет під час експлуатації у військах, що дасть змогу значно продовжити термін експлуатації РО.

Найсучасніші зразки РО, котрі перебувають на озброєнні Збройних Сил України, зокрема зенітні керувані ракети (ЗКР) 5В55К у складі ЗРК С-300, побудовані за частково контролепридатною технологією ракета-«патрон». При піврічному ТО, перед застосуванням та

під час застосування частково контролюються окремі електричні параметри ракети вбудованою системою контролю та діагностики і штатними засобами керування ракетою.

Іншим прикладом найменш застарілого РО є ЗКР 9М38 зі складу ЗРК «Бук-М1». Ці вироби є нерозбірними при експлуатації, частково обслуговуються при ТО та частково контролюються перед застосуванням. Але час перебування цих ракет на озброєнні свідчить про тенденцію їх фізичного старіння, що потребує повноти контролю якості функціонування бортової апаратури для підтримання технічної готовності ЗКР на необхідному рівні.

Аналіз типів ракет, наведений у таблиці 1, дає підстави визначити блоки бортової апаратури, які мають єдине призначення та однаковий перелік контрольованих параметрів:

- блок радіокерування і радіовізування;
- інерціальна система управління;
- приймач радіозривника;
- передавач радіозривника;
- апаратура самонаведення;
- автопілот;
- бортовий обчислювальний пристрій;
- блок живлення.

Це дає можливість побудувати за модульним принципом універсальну КВРС, яка буде не набагато складніша за спеціалізовану, але зможе обслуговувати значно більше типів різних ракет.

Аналіз перспективного РО як об'єктів контролю КВРС дав змогу виявити якісні відмінності перспективного РО від попередніх зразків, основними з яких є:

- програмно-термінальний метод управління ракетою, який поєднує основні переваги програмного й термінального методів управління;
- комбінований спосіб управління ракетою за інформацією від головок самонаведення, наземних систем радіозв'язку, космічних навігаційних систем та інтелектуальної вбудованої системи контролю та діагностики бортового обладнання;
- наявність на борту ракети обчислювального комплексу, що дає можливість зміни польотних програм;
- оснащення ракет системою штучного інтелекту, здатною забезпечити прийняття рішень щодо ідентифікації цілі та вибору оптимальної траєкторії залежно від умов пуску, протидії противника.

Тенденцію широкого використання цифрових та обчислювальних засобів підтверджує аналіз структури й характеристик прийнятого на озброєння Російською Федерацією ЗРК С-350, який замінює 300-й комплекс. Для достовірного контролю ТС наступного покоління РО актуальною є розробка методологічних основ побудови КВРС вищого технологічного рівня порівняно з існуючими нині.

Постійно зростаючі складність, вартість і технологічний рівень РО вимагають підвищення ефективності контролю. Кожен контроль параметру ракети пов'язаний

Таблиця 1

Аналіз КВРС, які застосовуються у складі ракетних комплексів для контролю різних типів ракет

№ п/п	Тип ракетного комплексу	Тип ракети	Кількість контрольованих параметрів	Найменування і тип КВРС	Рік прийняття на озброєння
1	С-300 (ПС, ПТ, В1)	5В55К 5В55КД 5В55Р	33	АКВРС 9В91 АКВС 70К6 (у заводських умовах)	1978
2	«Бук-М1»	9М38	30	АКВРС 9В95М1	1979
3	«Оса»	9М33 (9М33М, 9М33М2)	12	АКВРС 9В242-1 (КВС 9В299-1)	1971
4	«Тунгуска»	9М313	6	АКВРС 9В921	1982
5	С-125	5В-27	31	КВРС 5К21	1961
6	«Точка-У»	9М79М	25	АКВМ 9В819-1	1975
7	«Стріла-10»	9М31М, 9М37, 9М37М	3 5	КПМ 9М839М	1976
8	«Стріла-2» («Стріла-3»)	9М32 (9М36)	9	ПКП 9В837М	1967
9	«Ігла»	9М39, 9М313, 9М313М	8	КПМ 9М866	1981
10	ПТРК «Штурм»	9М114	10	КПМ 9В94	1976
11	ПТРК «Фагот»	9М111	8	КПМ 9В871-3	1970
12	ПТРК «Конкурс»	9М113	9	КПМ 9В871-3	1974
13	«Кастет»	9М117	7	КПМ 9В871-3	1980
14	Авіаційні ракети	Х-29Л, Х29Т Р-73, Р-60МК, Х-31А, Х-31П Р-27, Х-25МП, Х-25МПЛ		Комплекс «Гурт-М»: АКПА 6.4М АКПА 2.13МЕ АКПА 6.11М АКПА 6.7 АКПА 2.21М АКПА 6.18	

з комутацією та вимірюванням – на вхід елемента або підсистеми ракети подаються стимулюючі сигнали та вимірюються вихідні сигнали на виході відповідного елемента або підсистеми ракети. Проведення навіть одного етапу контрольно-випробувальних робіт з РО потребує неодноразових вимірів, а кількість найменувань параметрів, котрі підлягають вимірюванню й контролю, може досягати кількох сотень, тому в результаті кількість вимірювальних операцій може досягати кількох тисяч. Це дає уявлення про обсяг контрольно-випробувальних робіт з РО та необхідні витрати часу на вимірювальний контроль.

Для визначення спроможності існуючих КВРС забезпечити якісний контроль ТС РО зробимо аналіз тих КВРС, які зараз є на озброєнні Збройних Сил України або плануються до прийняття на озброєння після проведення модернізації ракетних комплексів (РК).

З аналізу даних, наведених у таблиці 1, можна побачити, що всі РК, котрі зараз перебувають на озброєнні у Збройних Силах України, мають окремі вузькоспеціалізовані застарілі КВРС, суворо прив'язані до конкретного зразка РО, більшість із яких – неавтоматизовані. Застосування таких КВРС призводить до складності та громізд-

кості системи технічної експлуатації та метрологічного обслуговування цих КВРС зі значними матеріальними та часовими витратами при регламентних роботах з РО.

Майже всі КВРС у складі ЗРК, які нині перебувають на озброєнні у Збройних Силах України, вироблені ще в радянські часи на підприємствах, котрі зараз розташовані на території РФ (більшість із них зроблені в Рязанському конструкторському бюро «Глобус», яке було та залишається монополістом у виробництві систем контролю). Усі ці засоби є вузькоспеціалізованими (тобто можуть бути використані для контролю ТС тільки того зразка РО, для якого вони розроблені), мають різні конструктивну, інформаційну і програмну бази. Тому їх модернізація ускладнена й економічно недоцільна, а уніфікація взагалі неможлива.

Для авіаційного РО стан справ є кращим, оскільки в Україні працює ДКБ «Луч», яке історично спеціалізувалося на виробництві комплексів контролю та діагностики для авіаційного РО й нині модернізує комплекси, виготовлені на цьому підприємстві раніше. Але стосовно зенітного РО й тактичного РО можна зробити висновок, що існуючі реалізації КВРС не в змозі забезпечити достовірний контроль ТС ракет.

Аналіз КВРС РО, які зараз перебувають на озброєнні Збройних Сил України, дав змогу зробити такі висновки щодо їхнього стану.

1. З розвитком РО простежується тенденція скорочення кількості контрольованих параметрів неелектричних величин та випробувальних робіт і збільшення кількості електричних параметрів, що контролюються.

2. Наявність окремих переносних вимірювальних приладів у складі КВРС значно ускладнює процес автоматизованого контролю параметрів, унаслідок чого знижується оперативність контрольно-випробувальних робіт і зростають вимоги до рівня кваліфікації обслуговуючого персоналу.

3. У складі КВРС застосовується велика кількість застарілих засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), що мають низьку точність і оперативність вимірів. Це секундоміри, комбіновані прилади, осцилографи, вбудовані амперметри, вольтметри та ін. Переважна більшість ЗВТ (до 95% – наприклад, комбіновані прилади Ц 4324, Ц 4313, осцилографи С1-64, С1-69, вольтметри В3-43, В3-48, ВУ-15, ВУ-13 тощо) є аналоговими і порівняно із цифровими ЗВТ мають великий час вимірювань і значну ймовірність суб'єктивної похибки.

4. При проведенні контрольно-випробувальних робіт значну частку складають ручні операції. Це, наприклад, вимірювання за допомогою осцилографів С1-65А, С1-55, комбінованих приладів Ц 4313, Ц 4324, частотоміра Ч3-38, аналізаторів спектра С4-27, С4-60 тощо). Причому застосування частотомірів та аналізаторів спектра передбачає складну процедуру настроювання та вимірювання, що потребує високої кваліфікації оператора і значних часових витрат.

5. Виведення інформації про результати вимірювального контролю здійснюється різними нестандартизованими способами, що ускладнює її збирання, обробку, систематизацію та зберігання.

6. Не завжди дотримується принцип універсальності при виборі ЗВТ, що невиправдано розширює їх номенклатуру. Наприклад, в автоматизованих КВРС (АКВРС) 9В95М1 замість одного вольтметра В7-36 застосовуються два вольтметри типів ВУ-13, ВУ-15; замість одного вимірювача потужності М3-51 використовуються два вимірювачі типів М3-21/А і М3-51; в АКВРС 9В921 замість одного цифрового частотоміра Ч3-64 використовуються два цифрові частотоміри Ч3-38 та Ч3-54.

7. Відсутні можливості застосування уніфікованих вимірювальних модулів і низький ступінь агрегування КВРС, використання великої кількості сервісних і нестандартизованих засобів вимірювання та контролю (ЗВК), що знижує достовірність вимірювального контролю.

8. При застосуванні універсальних ЗВТ їх коефіцієнт використання є низьким. Наприклад, аналізатори спектра застосовуються тільки для знаходження відношення амплітуди бічних складових до центральної. Широке використання осцилографів у складі АКВРС ускладнює

автоматизацію контролю та збільшує ймовірність прийняття помилкових рішень за результатами вимірювального контролю, де навіть забезпечення порівняно низької точності вимірювань вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу.

9. Електронно-обчислювальні машини (ЕОМ), що є у складі окремих АКВРС, мають порівняно низьку швидкість, складне й унікальне програмне забезпечення (ПЗ), а також різні інтерфейси, що ускладнює процес підключення універсальних вимірювальних модулів.

Автоматизовані (із частковою участю оператора) КВРС, які мають у своєму складі ЕОМ, дають змогу виправити недоліки неавтоматизованих КВРС. Ці КВРС використовуються для контролю та діагностування ЗРК «Оса», «Бук», «Тунгуска», «С-300». Елементи автоматизації реалізовані в АКВРС 9В242-1, КВС 9В299-1, АКВРС 9В95М1, АКВРС 9В921, АКВРС 9В91, АКВС 70К6, «Гурт-М», але ступінь автоматизації проведення контрольно-випробувальних робіт та управління вимірюваннями для кожного АКВРС є різною.

Рівень автоматизації виконання вимірювань та оцінювання результатів, обсяг апаратури, швидкодія АКВРС визначаються засобами обчислювальної техніки, які входять до їх складу. В існуючих (не модернізованих) АКВРС застосовуються застрілі «Електроніка МС-0125», «Електроніка-60М», ЕС-1033, що знижує технічні й експлуатаційні характеристики АКВРС, оперативність і достовірність контролю параметрів ЗРК, а отже, їх технічну готовність. АКВРС мають у своєму складі ЗВК у вигляді вбудованих вимірювальних модулів, з'єднаних загальною шиною з ЕОМ, яка видає команди на виконання вимірювань, проводить розрахунок похибок і корекцію результатів за закладеними в ній програмами.

АКВРС мають якісно нові характеристики і властивості порівняно з КВРС та передбачають автоматизовану роботу з видачі керуючих впливів з командних файлів ПЗ АКВРС. Але вибір контрольованих параметрів ракет, призначені допуски до них та перелік ЗВТ для їх контролю є складною задачею. Не завжди на контрольовані параметри задаються допуски, що не дає можливості правильно підібрати методи контролю та ЗВТ з необхідними технічними характеристиками.

Таким чином, можна зробити висновок, що існуючі КВРС потребують значних матеріальних і часових витрат на їх експлуатацію, оскільки є застарілими, не універсальними і неавтоматизованими. Такі КВРС не відповідають вимогам до якості контролю сучасного й перспективного РО та мають незадовільну достовірність визначення ТС РО, що зменшує коефіцієнт технічного використання РО. Однією з причин цього є те, що проектування КВРС здійснювалося консервативними евристичними методами за повним циклом для кожного зразка РО від початку до кінця.

Сучасне й перспективне РО (яке розробляється зараз в Україні, наприклад РК «Грім», «Вільха», «Сапсан») автоматизацію контролю та збільшує ймовірність прийняття помилкових рішень за результатами вимірювального контролю, де навіть забезпечення порівняно низької точності вимірювань вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу.



вимагає побудови універсальної уніфікованої АКВРС вищого технологічного рівня із застосуванням сучасних інформаційних технологій, яка також може бути заміною існуючих застарілих КВРС РО. Проектування такої універсальної уніфікованої АКВРС на єдиній методологічній основі дасть змогу побудувати АКВРС з великим потенціалом до модернізації в майбутньому.

Зростання складності, обсягу й точності проведення вимірювань під час проведення контролю внаслідок старіння РО та продовження призначених показників РО, за яким не здійснюється авторський нагляд, має наслідком протиріччя: з одного боку, необхідне підвищення рівня якості контролю РО, а з другого боку, це призводить до зростання вартості розробки та виготовлення АКВРС, яка є обмеженою. Побудова уніфікованої АКВРС допоможе розв'язати це протиріччя та забезпечить необхідний рівень технічної готовності РО за рахунок підвищення достовірності визначення ТС РО.

Урахування світового досвіду проектування та побудови АКВРС [8] для визначення ТС РО потребує реалізації таких положень:

- уніфікації АКВРС та спрощення системи їх метрологічного обслуговування й експлуатації;
- проектування уніфікованих АКВРС із широкими можливостями до адаптації до РО;
- створення єдиної технології проектування та розробки АКВРС паралельно з розробкою нового РО для забезпечення його контролепридатності;
- підвищення якості контролю ТС (оперативності й достовірності визначення ТС) РО;
- побудови АКВРС із застосуванням новітніх інформаційних технологій: засобів вимірювань на базі ЕОМ, інтелектуальних засобів контролю та діагностування несправностей.

Скоротити витрати на проектування, побудову й експлуатацію АКВРС дає можливість застосування методу «базового агрегату», переваги якого розглянуті у [2]. Удосконалення цього методу з використанням сучасних інформаційних технологій дає змогу розробити концепцію уніфікації та синтезу АКВРС за базово-модульним принципом. Сутність цього принципу полягає в агрегуванні АКВРС із універсального базового апаратно-програмного блоку та набору спеціалізованих уніфікованих інтерфейсних блоків, які виконують вимірювальні функції, для конкретних зразків РО. Набір таких блоків дає можливість замінити весь спектр вимірювальних приладів для контролю й діагностування РО та за допомогою стандартного інтерфейсу скомпонувати їх у єдину АКВРС. Заміна таких блоків на інші дає змогу отримати АКВРС із новими властивостями: якості, універсальності, уніфікованості.

Застосування у складі базового апаратно-програмного блоку АКВРС ЕОМ дає можливість реалізувати в автоматизованому режимі алгоритми контролю, спростити процедуру обробки, реєстрації та зберігання інформації про

ТС РО, визначити доцільність переведення РО на експлуатацію за ТС. Але проведений вище аналіз АКВРС РО показав, що в більшості випадків програмне забезпечення ЕОМ АКВРС розробляється виробниками на різній базі під кожний зразок АКВРС, а тому є різноманітним та вузькоспеціалізованим.

За сучасного стрімкого розвитку інформаційних технологій і величезної кількості технологічних нововведень важливо використовувати технології, котрі мають стійкі світові тенденції розвитку. Знайшовши та опанувавши таку технологію, конструктор отримує новітні методи й відповідний інструментарій, який забезпечить йому сучасний професійний рівень технічних розробок за мінімальних часових і матеріальних витрат.

Однією з таких нових і революційних технологій є технологія віртуальних приладів, що дає змогу створювати системи вимірювання й діагностики практично будь-якої складності. Сутність цієї технології полягає в комп'ютерній імітації за допомогою програми реальних вимірювальних приладів. Програмне середовище LabVIEW є саме таким інструментом технології віртуальних вимірювальних приладів з інтуїтивно зрозумілим графічним інтерфейсом [9].

Загально визнаним світовим лідером та де-факто стандартом у створенні технології віртуальних вимірювальних приладів є компанія National Instruments, яка вже майже три десятиліття виробляє апаратне і програмне забезпечення, що дає змогу створювати сучасні системи контролю ТС складних технічних систем. Середовище розробки лабораторних віртуальних приладів LabVIEW допускає можливість використання операційних систем Windows, MacOS, Linux і може бути реалізована на різних апаратних платформах: на персональних і промислових комп'ютерах, у розподілених системах, що дуже зручно для фахівців-проектантів АКВРС [10].

Незважаючи на слово «віртуальний», вимірювальні прилади, реалізовані за цією технологією, насправді є реальними, тому що вимірюють реальні фізичні сигнали. Віртуальність тут розуміється в сенсі віртуальної імітації функцій вимірювального приладу математичними і програмними методами. Наприклад, віртуальний осцилограф за функціями еквівалентний реальному осцилографу, оскільки фізично має вхід для вхідного сигналу. Перетворення сигналу з аналогової на цифрову форму здійснюється аналого-цифровим перетворювачем (АЦП), а подальша обробка та його відображення для спостереження здійснюються програмним способом. Такий осцилограф має віртуальний екран, віртуальні ручки управління (посилення, синхронізації, розгортки тощо), які графічно відображаються на екрані монітора комп'ютера та управляються з клавіатури або за допомогою миші.

Технологія віртуальних вимірювальних приладів дає можливість програмним шляхом за допомогою ЕОМ побудувати АКВРС як апаратно-програмний комплекс, який вирішуватиме завдання контролю з можливістю

адаптації до різних зразків РО. Наявність ЕОМ в АКВРС також дає змогу запровадити в процес контролю принципи гнучких адаптивних структур з елементами самоорганізації та інтелектуалізації, які забезпечать: повне кількісне оцінювання ТС, діагностування несправностей та прогнозування зміни контрольованих параметрів багатьох типів ракет, можливість зміни алгоритму контролю за результатами експлуатації РО та важливістю контрольованих параметрів.

Значно спростити процес проектування дає змогу побудова АКВРС у вигляді сукупності базового апаратно-програмного блоку на базі віртуального засобу вимірювань та спеціалізованих уніфікованих інтерфейсних блоків. За наявності в розробника повного спектра уніфікованих інтерфейсних блоків завдання синтезу раціональної структури АКВРС зводиться до визначення їх складу для контролю конкретного зразка РО. Застосування цього методу побудови дає можливість значно скоротити витрати під час проектування, виготовлення й експлуатації АКВРС за рахунок виключення дублювання розробки для кожного зразка РО методик контролю, структури контрольованих каналів, складу апаратних засобів, структурно-методичних варіантів контролю.

Відповідно до запропонованого підходу проектування та розробки АКВРС (яка має проводитися паралельно з розробкою нового РО) узагальнена структура уніфікованої універсальної АКВРС матиме вигляд, наведений на *рисунку 1*. Розроблена уніфікована АКВРС є високопродуктивною універсальною системою зі змінною конфігурацією, що настроюється й адаптується під зразок РО та дає змогу проводити автоматизований контроль

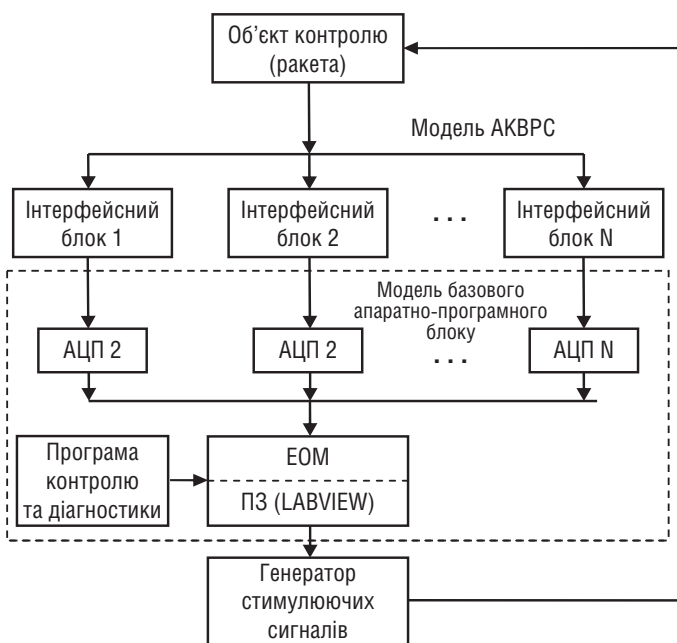


Рис. 1. Узагальнена структура уніфікованої універсальної автоматизованої контрольованої випробувальної станції ракетного озброєння

і діагностування несправностей усіх зразків РО, які перебувають на озброєнні Збройних Сил України. Ця АКВРС також може бути базою для розробки перспективної АКВРС, котра відповідатиме технологічному рівню РО, що зараз розробляється і планується до прийняття на озброєння.

Побудова запропонованої уніфікованої універсальної АКВРС РО дасть змогу усунути більшість розглянутих вище недоліків існуючих КВРС та підвищити ефективність експлуатації РК у цілому за рахунок:

- підвищення достовірності контролю ТС РО та забезпечення заданого рівня технічної готовності РО;
- підвищення оперативності контролю, скорочення часу пошуку відмов і несправностей РО;
- заміни парку застарілих неавтоматизованих засобів контролю меншою кількістю універсальних уніфікованих АКВРС із широкими можливостями адаптації до окремих зразків РО;
- використання єдиних засобів контролю на всіх етапах ЖЦ РО;
- спрощення системи метрологічного обслуговування та експлуатації АКВРС РО.

### Висновки

Таким чином, у статті проаналізовано існуючі КВРС РО, сформульовані їхні недоліки та запропоновано новий підхід до побудови уніфікованої універсальної АКВРС РО, який ґрунтується на вдосконаленому методі «базового агрегату». Запропонований підхід дає можливість розробити структуру уніфікованої універсальної АКВРС як сукупність базового апаратно-програмного блоку та спеціалізованих інтерфейсних блоків для контролю й випробування різних зразків РО.

Напрями подальшого вдосконалення АКВРС РО формуються на основі досягнутого рівня наукових розробок і прикладних технологій, можливостей оборонно-промислового комплексу України і передбачають підвищення якості (достовірності та оперативності) контролю РО, що досягається завдяки запровадженню інтелектуальних технологій у вигляді експертних і нейронних систем діагностування.

### Перелік літератури

1. Бурковский С. И. Сравнительная оценка эффективности зарубежных вариантов модернизации ЗРК С-125М1 «Печора-М1» при решении задач ПВО важных государственных объектов Украины / С. И. Бурковский, П. Ю. Седышев // Системы обороны і військова техніка. – 2010. – № 1 (21). – С. 36–44.
2. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем / Е. Ю. Барзилович. – М. : Высшая школа, 1982. – 230 с.
3. Гриб Д. А. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання боеготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах / Д. А. Гриб, Б. М. Ланецький, В. В. Лук'янчук // Наука і оборона. – 2012. – № 3. – С. 55–63.

4. Крижний А. В. Прогнозування довговічності парку зенітних ракетних комплексів (систем) під час експлуатації за технічним станом / А. В. Крижний, П. В. Опенько // Наука і оборона. – 2012. – № 1. – С. 50–55.

5. Пермяков О. Ю. Моделювання системи діагностування та ремонту зенітних ракетних комплексів за допомогою замкнутої системи масового обслуговування / О. Ю. Пермяков, Ю. Б. Прибилев, П. В. Опенько, І. В. Новікова // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – К. : Національний університет оборони України ім. І. Черняховського. – 2015. – № 3 (24). – С. 88–93.

6. Ланецкий Б. Н. Адаптивное управление техническим состоянием и надежностью сложных технических систем в условиях ресурсных ограничений / Б. Н. Ланецкий, В. В. Лукьян-

чук // Системы озброєння і військова техніка. – Х. : ХУПС, 2011. – Вип. 2 (26). – С. 149–151.

7. 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.

8. Шкуліпа П. А. Шляхи і методи підвищення ефективності автономних автоматизованих систем технічного діагностування об'єктів радіоелектронних пристроїв спеціального призначення / П. А. Шкуліпа, М. К. Жердев, С. В. Ленков, Ю. О. Гунченко // Сучасна спеціальна техніка. – К., 2012. – Вип. 3 (30). – С. 69–74.

9. Bress T. Effective LabVIEW Programming. – NTS Press, 2013. – 720 p. – ISBN 9781934891087.

10. Блюм П. LabVIEW: стиль программирования / П. Блюм; пер. с англ. под ред. П. Михеева. – М. : ДМК Пресс, 2008. – 400 с.