

УДК 621.39

DOI: [https://doi.org/1034169/2414-0651.2020.4\(28\).48-56](https://doi.org/1034169/2414-0651.2020.4(28).48-56).**С. А. БОРТНОВСЬКИЙ,***кандидат технічних наук, доцент*<https://orcid.org/0000-0001-5328-456X>*(Харківський національний університет**Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків)***О. О. ЗВЕРЕВ,***кандидат технічних наук, доцент*<https://orcid.org/0000-0003-2274-3115>**Р. М. ЖИВОТОВСЬКИЙ,***кандидат технічних наук, старший дослідник*<https://orcid.org/0000-0002-2717-0603>**С. М. ПЕТРУК**<https://orcid.org/0000-0002-9644-1550>*(Центральний науково-дослідний інститут**озброєння та військової техніки Збройних Сил**України, м. Київ)***Д. В. РАМШОВ,***кандидат технічних наук**(Воєнно-наукове управління Генерального штабу**Збройних Сил України, м. Київ)*

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СПРЯЖЕННЯ СУЧАСНИХ ПЕОМ ЗІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИМИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИМИ ЗАСОБАМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ З МЕТОЮ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО РЕСУРСУ

У статті надані результати рішення важливого та актуального науково-технічного завдання теорії і практики зенітних ракетних військ щодо можливості впровадження та застосування сучасних персональних електронно-обчислювальних машин у складі спеціалізованих управляючих цифрових обчислювальних засобів комплексів засобів автоматизації існуючих типів командних пунктів зенітних ракетних систем і комплексів Повітряних сил Збройних Сил України. Обґрунтовані принципи спряження та розроблені універсальні технічні засоби узгодження інформаційного обміну сучасних персональних електронно-обчислювальних машин із штатним типовим інтерфейсом “ЗАГАЛЬНА ШИНА” зі складу управляючих цифрових обчислювальних засобів і апаратних трактів обміну цифровою інформацією комплексів засобів автоматизації командних пунктів зенітних ракетних систем (комплексів).

Ключові слова: цифровий обчислювальний засіб, комплекс засобів автоматизації, інтерфейс, каналний обмін, програмний обмін, пристрій спряження, порт, тракт обміну даними.

ВСТУП

Актуальною та важливою задачею сучасної теорії та практики зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил ЗС України є підвищення бойових можливостей (тактико-технічних характеристик) існуючого парку зенітних ракетних систем і комплексів (ЗРС і ЗРК) за рахунок модернізації основних (базових) функціональних систем комплексів засобів автоматизації (КЗА) командних пунктів (КП) зенітного ракетного озброєння [1 – 3]. Одним з головних напрямків у вирішенні цієї задачі за критерієм “ефективність – вартість” є впровадження до складу КЗА КП ЗРС і ЗРК новітніх комп’ютерних технологій, мікропроцесорної техніки та сучасних персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ). При цьому основною технічною проблемою є забезпечення їх інформаційного та логічного поєднання та сумісного функціонування з існуючим парком штатних управляючих цифрових обчислювальних засобів (УЦОЗ) (спеціальних ЕОМ) у складі КЗА КП ЗРС (ЗРК) [4].

Актуальність вирішення науково-технічної задачі щодо підвищення бойової ефективності існуючих зразків КЗА КП ЗРС і ЗРК за рахунок модернізації штатних УЦОЗ (спеціалізованих ЕОМ) на підставі їх спряження з сучасними ПЕОМ і мікропроцесорами визначається наступними основними факторами: врахуванням практичного досвіду (нових тактичних варіантів та технічних способів) бойового застосування ЗРК малої дальності “Бук-М1” під час проведення операції об’єднаних сил (антитерористичної операції) (ООС (АТО)) [5, 6]; принципами та особливостями системотехніки побудови апаратних трактів цифрових обчислювальних засобів КЗА КП ЗРС і ЗРК [4]; обмеженими можливостями нашої Держави щодо розробки, виробництва та закупівлі за кордоном сучасних зразків ЗРС і ЗРК тощо. Крім цього, при вирішенні науково-технічної задачі був врахований існуючий досвід модернізації КЗА КП ЗРС і ЗРК у ЗС провідних держав світу, який показує активне впровадження та широке використання сучасних комп’ютерних технологій, високопродуктивних мікропроцесорів та ефективних ПЕОМ у складі зенітного ракетного озброєння старого парку для вирішення різноманітних бойових (основних) та інформаційно-довідкових (додаткових) завдань КЗА КП ЗРС (ЗРК).

Сформульована науково-технічна задача вирішується на підставі визначення та обґрунтування концепції та базових принципів (правил) інформаційного та логічного спряження міжтипової сучасної ПЕОМ та інтерфейсом типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” штатних спеціалізованих УЦОЗ (спеціалізованих ЕОМ) КЗА КП ЗРС і ЗРК. У якості об’єкту досліджень розглядаються такі існуючі типи УЦОЗ КЗА КП на базі спеціалізованої управляючої ЕОМ 9С483М1 зі складу радіолокаційної станції (РЛС) виявлення цілей 9С18М1 “Купол” ЗРК “Бук-М1”; радіолокатора виявлення (РЛВ) 5Н64С ЗРС С-300ПС; пункту бойового управління (автоматизованого командного пункту) 9С457, РЛС кругового огляду 9С15М “Обзор”, багатоканальної станції наведення ракет 9С32 і пускової установки 9А83 ЗРС С-300В1. Результатом рішення науково-технічної задачі є розробка та визначення

принципів побудови та апаратурної реалізації універсального пристрою каналного та програмного спряження обміну цифровою інформацією між ПЕОМ та штатними спеціалізованими ЕОМ зі складу КЗА КП ЗРС і ЗРК. Вибір типових інтерфейсів обміну спеціалізованих ЕОМ і сучасних ПЕОМ як бази для проведення досліджень повною мірою відповідає актуальним напрямкам розвитку ЗРС (ЗРК) і військових АСУ спеціального призначення на підставі системного вдосконалення інтерфейсів взаємодії [4, 7].

Використання пристрою каналного та програмного спряження між ПЕОМ та спеціалізованими ЕОМ зі складу КЗА КП ЗРС і ЗРК дозволить забезпечити підвищення технічних можливостей УЦОЗ (управляючих ЕОМ), які є структуроутворюючими функціональними системами (трактами) у складі існуючих зразків ЗРС, ЗРК і АСУ ЗРВ [8, 9]. Модернізація штатних спеціалізованих обчислювальних засобів у складі КЗА КП ЗРС і ЗРК забезпечить нарощування, вдосконалення потужності та обсягу обчислювального ресурсу цифрових обчислювальних комплексів на підставі інформаційного та логічного спряження їх інтерфейсу з сучасними ПЕОМ та мікропроцесорами. Комплексна інтеграція сучасних ПЕОМ та мікропроцесорів у складі штатних обчислювальних систем КЗА КП ЗРС і ЗРК дозволяє підвищити ефективність вирішення не тільки типових бойових завдань ЗРК, ЗРС і АСУ ЗРВ, але і створити нові та ефективні функціональні інформаційно-розрахункові, довідкові, контрольні і тренажні підсистеми.

Мета статті

1. Проведення системного аналізу типового інтерфейсу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” штатних спеціалізованих ЕОМ зі складу КЗА КП ЗРС і ЗРК та характеристик каналних інтерфейсів (портів) обміну сучасних ПЕОМ для оцінки можливості їх технічного спряження при впровадженні ПЕОМ у склад обчислювальних систем ЗРС (ЗРК).

2. Визначення технічних способів та апаратно-програмних принципів щодо логічного і інформаційного узгодження (спряження) штатних портів ПЕОМ з інтерфейсом типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” спеціалізованих управляючих ЕОМ при організації обміну цифровою інформацією у реальному масштабі часу та функціонування КЗА КП ЗРС і ЗРК у різних режимах.

3. Розробка та обґрунтування структурної схеми та принципів функціонування універсального пристрою логічного і інформаційного спряження існуючого парку штатних спеціалізованих ЕОМ зі складу КЗА КП ЗРС і ЗРК з сучасною ПЕОМ типу ІВМ/РС.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Методологією роботи з вирішення сформульованого науково-технічного завдання є комплексне та логічне послідовне використання таких двох методів на відповідних етапах досліджень:

1. Метод системного аналізу об'єкту та предмету досліджень (використовувався на першому етапі роботи), зокрема аналіз принципів обміну даних штатних спеціалізованих управляючих ЕОМ з абонентами КЗА КП ЗРС і ЗРК, характеристик інтерфейсів типу

“ЗАГАЛЬНА ШИНА”, а також параметрів каналних інтерфейсів (портів) у складі сучасних ПЕОМ (особливо, портів стандартів RS-232 і LPT).

2. Метод синтезу структурної схеми пристрою інформаційного та логічного спряження ПЕОМ зі спеціалізованою управляючою ЕОМ через інтерфейс типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” (використовувався на другому етапі роботи).

На підставі проведеного системного аналізу штатних спеціалізованих управляючих ЕОМ та апаратурних трактів обміну цифровою інформацією в різних зразках КЗА КП ЗРС і ЗРК (ОВТ ЗРВ) була синтезована структура типового (узагальненого) функціонального тракту обміну даними на базі інтерфейсу типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” [10 – 12].

Узагальнена структурна схема типового апаратурного тракту управління, обробки та обміну цифрової інформації у складі існуючих зразків ОВТ ЗРВ наведена на рис. 1.

Виходячи з цього, був зроблений головний висновок щодо загальних принципів та порядку обміну цифровою інформацією у різних зразках ОВТ ЗРВ (стосовно усіх типів радіолокаційних станцій виявлення цілей – станції виявлення цілей 9С18М1 “Купол”, РЛС кругового огляду 9С15М “Обзор”, РЛВ 5Н64С, які є на озброєнні ЗРС (ЗРК) середньої та малої дальності Повітряних Сил ЗС України). При цьому принципи обміну визначаються технічними характеристиками інтерфейсу типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА”, реалізованого в різнотипних обчислювальних засобах об'єктів.

Основними елементами інтерфейсу типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” (рис. 1) є:

1) числова шина (ЧШ) – магістральна двоспрямована шина, яка працює на прийом і передачу даних між ЕОМ і абонентами об'єкта;

2) адресна шина (АШ) – магістральна односпрямована шина, яка працює тільки на видачу з ЕОМ адреси відповідним абонентам обміну;

3) комбінована група шин синхронізації (ШС) – для забезпечення обміну між пристроєм вводу-виводу (ПВВ) даних ЕОМ, блоком формування єдиної сітки синхрочастот об'єкту та абонентами.

Наступний етап досліджень був присвячений розгляду характеристик портів (каналних інтерфейсів) різних стандартів зі складу сучасних ПЕОМ та визначення можливості їх технічного спряження з інтерфейсом типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” спеціалізованих управляючих ЕОМ зі складу КЗА КП ЗРС і ЗРК. Проведений аналіз показав можливість інформаційного та логічного спряження між собою портів ПЕОМ стандартів RS-232 і LPT та інтерфейсу типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА”.

На підставі результатів аналізу технічної можливості спряження ПЕОМ зі спеціалізованими управляючими ЕОМ зі складу КЗА КП ЗРС і ЗРК був визначений напрямок (концепція) рішення даного науково-технічного завдання, а саме – розробка принципів спряження та відповідного пристрою інформаційного та логічного спряження на основі реалізації правил і порядку каналного та програмного обміну даними між

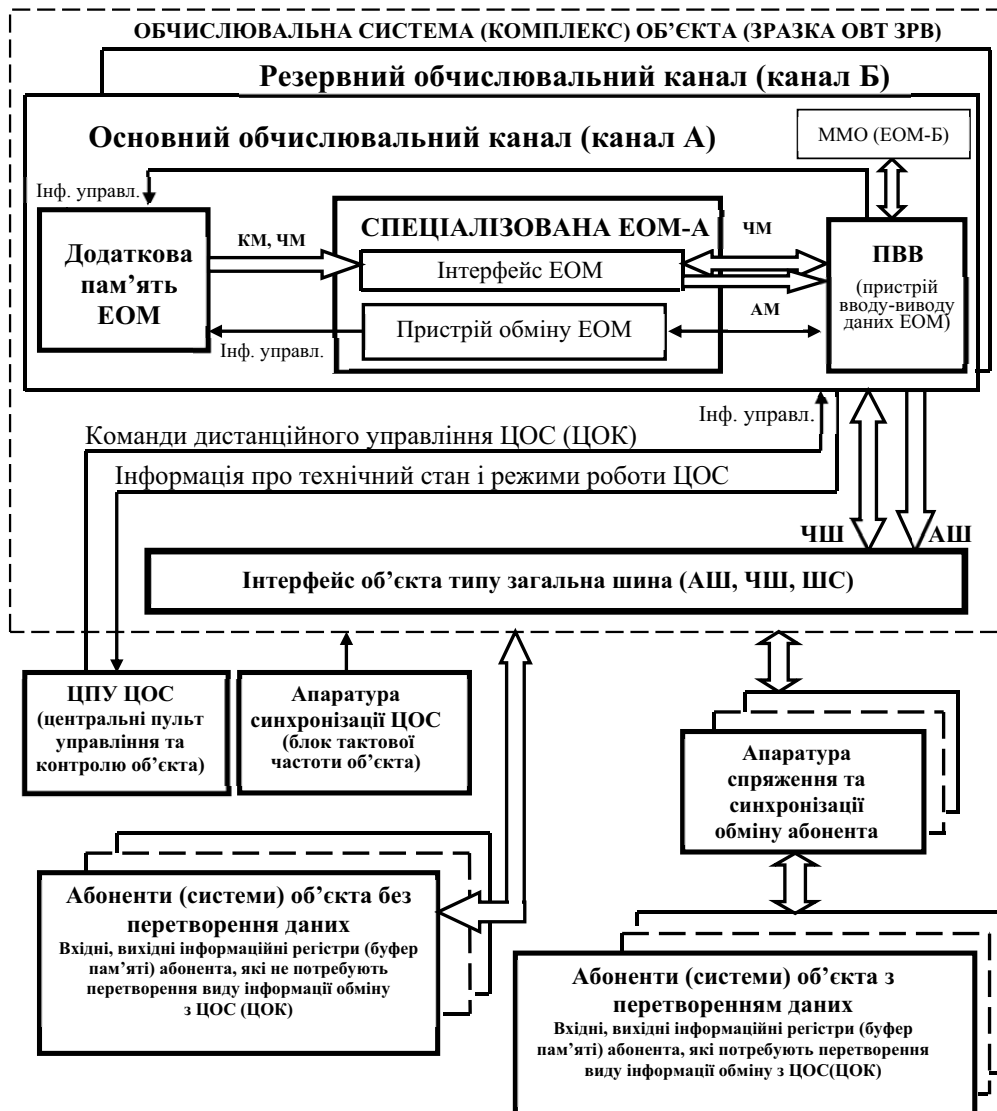


Рис. 1. Узагальнена структурна схема типового апаратного тракту управління, обробки та обміну цифрової інформації у складі існуючих зразків ОВТ ЗРВ

спеціалізованими управляючими ЕОМ та зовнішніми абонентами об'єкта (зразка КЗА КП ЗРС і ЗРК).

Було встановлено, що за загальноприйнятою комп'ютерною класифікацією каналний обмін через типовий інтерфейс об'єкта відповідає методу прямого доступу до оперативної пам'яті ЕОМ, а програмний обмін – методу переривання поточної програми ЕОМ та переходу до виконання підпрограми обробки переривання (підпрограми обміну) [13, 14].

Таким чином, були сформульовані головні завдання пристрою каналного та програмного спряження даних обміну: реалізація синхронного та асинхронного типів обміну (за ініціативою ЕОМ або за вимогою абонентів об'єкта); організація прийому-передачі даних з активними та пасивними абонентами; реалізація черговості обслуговування заявок абонентів обміну об'єкта (зразка КЗА КП ЗРС і ЗРК).

На підставі вищезазначеного в роботі була синтезована структурна схема універсального пристрою спряження між спеціалізованими управляючими ЕОМ

КЗА КП ЗРС і ЗРК з сучасними ПЕОМ при організації між ними каналного і програмного видів обміну, які реалізовані в обчислювальних засобах існуючих зразків ЗРС (ЗРК) [15]. Також були розроблені основні принципи побудови та функціонування пристрою спряження, порядок інформаційної взаємодії його вузлів.

Запропонований універсальний пристрій інформаційного та логічного спряження (рис. 2) є конкретним результатом вирішення науково-технічної задачі щодо організації обміну цифровою інформацією (функціональної взаємодії) між сучасними ПЕОМ, з одного боку, та спеціалізованими цифровими обчислювальними системами (комплексами) (ЦОС (ЦОК)) зразка ОВТ ЗРВ, з другого боку, за рахунок типового інтерфейсу "ЗАГАЛЬНА ШИНА" та принципів каналного та програмного обміну, які реалізовані у існуючих зразках ОВТ ЗРВ.

Структурна схема пристрою інформаційного та логічного спряження (рис. 2) включає:

- вузол каналного обміну (ВКО);
- вузол програмного обміну (ВПО);

- в) вузол формування адреси непрограмованих команд обміну (НКО);
- г) вузол формування адреси непрограмованих команд передачі із запам'ятовуванням (НКПЗ);
- д) довготривала (постійну) пам'ять команд НКО і НКПЗ (вузли ДЗП 1 та 2);
- е) вузли двох адаптерів спряження для інформації управління та цифрової інформації.

Аналіз принципів каналного та програмного обміну цифрової інформації між спеціалізованим ЦОК (ЕОМ) та зовнішніми абонентами зі складу зразка ОВТ ЗРВ показує, що необхідно у складі запропонованого пристрою спряження реалізувати два основних функціональних вузла каналного та програмного обміну інформації між ПЕОМ та штатним ЦОК (зовнішніми абонентами обміну у складі зразка ОВТ ЗРВ).

Саме в цих вузлах буде виконуватись головна задача логічного спряження обміну – прийом, зберігання та розподіл пріоритетів спеціальних сигналів управління обміну ІЗ та ППО (ІЗ – імпульс запиту каналного обміну; ППО – імпульс програмного обміну). Ці управляючі

сигнали (рис. 2) формуються абонентами обміну різного типу для спеціалізованої ЕОМ при організації введення або виведення інформації.

Вузли каналного та програмного обміну визначають місце та завдання стику логічного спряження спеціалізованої ЕОМ зразка ОВТ ЗРВ з ПЕОМ, яка забезпечує необхідну дисципліну та послідовність обслуговування ПЕОМ замовлень на обмін даними з зовнішніми абонентами (функціональними системами ОВТ ЗРВ) у реальному масштабі часу.

Пропонується стик між вузлами каналного та програмного обміну зі складу пристрою спряження (рис. 2), з одного боку, і інтерфейсом “ЗАГАЛЬНА ШИНА” зі складу ОВТ ЗРВ, з іншого боку, реалізувати безпосередньо з такими магістралями: ЧШ, АШ, ШС, шиною управління (ШУ), за рахунок використання методу паралельного підключення.

Безпосередньо інформаційне спряження між портами сучасної ПЕОМ та ЧШ зі складу інтерфейсу зразка ОВТ ЗРВ здійснюється через спеціальний вузол пристрою інформаційного та логічного спряження – адаптер спряження цифрової інформації.

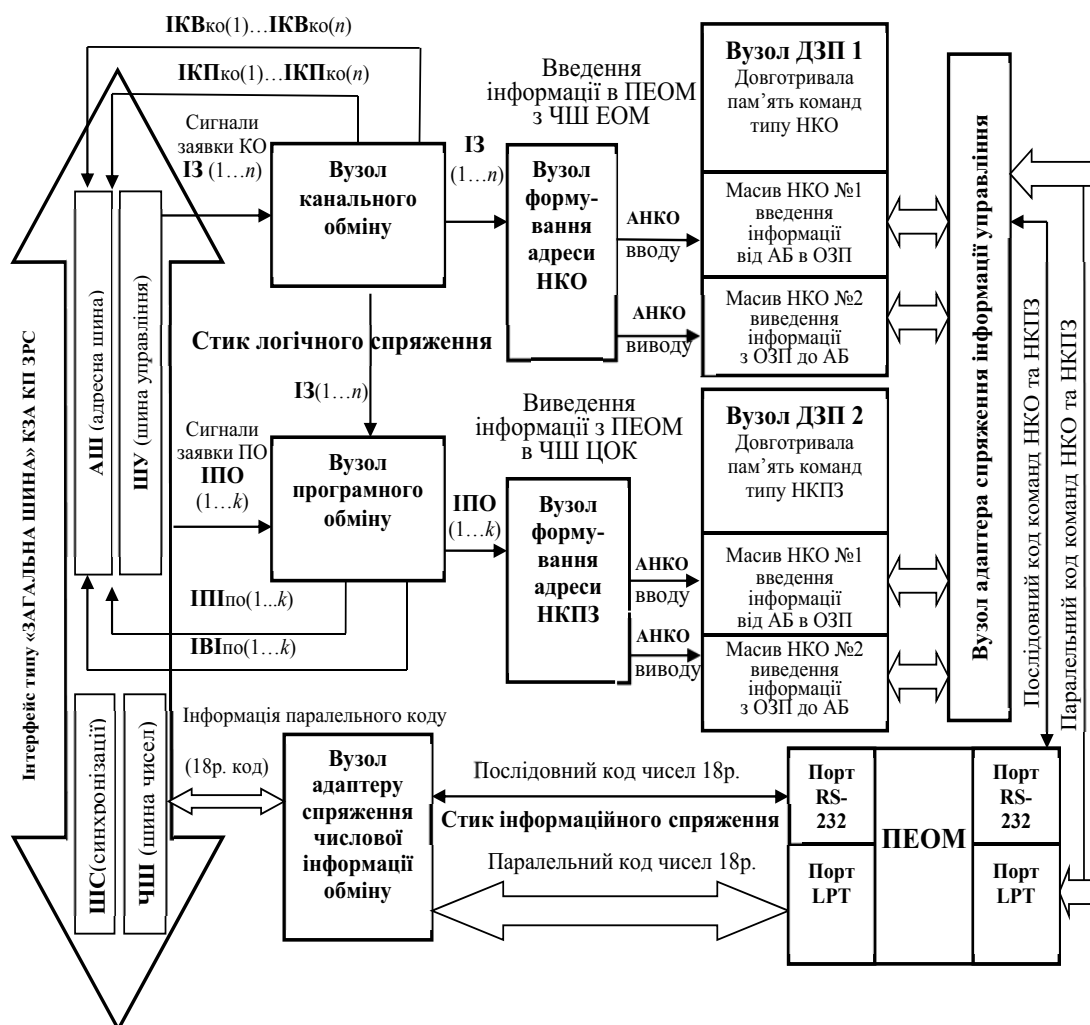


Рис. 2. Структурна схема універсального пристрою інформаційного та логічного спряження існуючого парку спеціалізованих управляючих ЕОМ КЗА КП ЗРС і ЗРК та сучасної ПЕОМ на базі інтерфейсу типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА”

Логічне спраження здійснюється між каналним інтерфейсом ПЕОМ (портами RS-232 та LPT) та АШ і ШУ інтерфейсу ОВТ ЗРВ за допомогою спеціальних вузлів – вузла каналного обміну і вузла програмного обміну зі складу пристрою інформаційного та логічного спраження.

Коротко розглянемо принципи побудови та функціонування головних вузлів пристрою інформаційного та логічного спраження.

Вузол каналного обміну призначений для:

1. Отримання сигналів заявки каналного обміну ІЗ(1...n) з шини типу ШУ інтерфейсу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” ОВТ ЗРВ.

2. Формування та передачі ІКВко(1)...ІКВко(n) та ІКПко(1)...ІКПко(n) на АШ інтерфейсу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” ОВТ ЗРВ.

3. Передачі сигналу ІЗ(1...n) на вузол формування адреси НКО.

4. Передачі сигналу ІЗ(1...n) на ВПО для блокування ІПО(1...k) з метою встановлення більш високого пріоритету ІЗ у порівнянні з ІПО.

5. Прийом з СЕОМ ОВТ ЗРВ програмним шляхом спеціального коду маски (блокування) конкретного ІЗ(1...n) або усіх ІЗ.

6. Встановлення апаратним способом блокування конкретного ІЗ(1...n) або усіх ІЗ у процесі пошуку та усунення несправностей у ВКО.

Вузол формування адреси НКО призначений для:

1. Отримання сигналу ІЗ(1...n) з вузла каналного обміну.

2. Формування та передачі адреси НКО спеціальним сигналом АНКО (1...n) на ПЗП НКО для введення інформації в ПЕОМ.

3. Формування та передачі адреси НКО спеціальним сигналом АНКО (1...n) на ПЗП НКО для виведення інформації з ПЕОМ.

Вузол програмного обміну призначений для:

1. Отримання сигналів заявки каналного обміну ІПО(1...k) з шини типу ШУ інтерфейсу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” ОВТ ЗРВ.

2. Формування та передачі ІШпо(1)...ІШпо(k) та ІВІко(1)...ІВІко(k) на АШ інтерфейсу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” ОВТ ЗРВ.

3. Передачі сигналу ІПО(1...k) на вузол формування адреси НКПЗ.

4. Прийому сигналу ІЗ(1...n) з ВКО для блокування сигналів ІПО(1...k) з метою встановлення більш високого пріоритету ІЗ у порівнянні з ІПО.

5. Прийому з СЕОМ ОВТ ЗРВ програмним шляхом спеціального коду маски (блокування) конкретного ІПО (1...k) або усіх ІПО.

6. Встановлення апаратним способом блокування конкретного ІПО (1...k) або усіх ІПО у процесі пошуку та усунення несправностей у ВПО.

Вузол формування адреси НКПЗ призначений для:

1. Отримання сигналу ІПО (1...k) з вузла програмного обміну.

2. Формування та передачі адреси НКПЗ спеціальним сигналом АНКПЗ (1...k) на ПЗП НКПЗ для введення інформації в ПЕОМ.

3. Формування та передачі адреси НКПЗ спеціальним сигналом АНКПЗ (1...k) на ПЗП НКПЗ для виведення інформації з ПЕОМ.

Адаптер спраження числової інформації призначений для:

1. Узгодження швидкості обміну (тактової частоти) каналів обміну СЕОМ і ПЕОМ з урахуванням швидкості передачі інформації паралельного 18-розрядного коду з ЧШ інтерфейсу ОВТ ЗРВ (швидкість 500 кБіт) на вхід порту ПЕОМ типу RS-232 (швидкість 115 кБіт) та LPT (швидкість 2 Мбайт).

2. Для перетворення інформації 18-розрядного паралельного коду у послідовний при передачі її на порт RS-232 каналного інтерфейсу ПЕОМ.

Наприкінці роботи була визначена та обґрунтована схемна і апаратна реалізація головних функціональних вузлів каналного та програмного обміну у складі запропонованого пристрою спраження ПЕОМ зі спеціалізованою типовою ЦОС (ЦОК) зразка ОВТ ЗРВ.

Обґрунтування вибору типу елементної бази цифрових схем у складі ВКО та ВПО пристрою спраження ґрунтувалось на аналізі типоміналу елементної бази логічних схем та принципів апаратної реалізації ЦОС (ЦОК) спеціального призначення та інтерфейсів типу “ЗАГАЛЬНА ШИНА” штатних трактів обміну цифровою інформацією різних типів ОВТ ЗРВ.

Встановлено, що основу елементної бази спеціалізованих ЕОМ та інших типів цифрової техніки ОВТ ЗРВ складають інтегральні логічні елементи третього покоління, які входять до складу цифрових інтегральних мікросхем (ІМС) типу: серій 133, 130, 109, 134, 530, 556 тощо.

Таким чином, для забезпечення максимально сприятливих умов електричного узгодження запропонованого пристрою спраження з характеристиками цифрової елементної бази штатних інтерфейсів, цифрових трактів та спеціалізованих ЕОМ ОВТ ЗРВ пропонується використовувати для апаратної реалізації логічних схем ВКО та ВПО інтегральні логічні елементи на ІМС 109, 130, 133 і 530 серій різного типоміналу з інтегральною транзисторно-транзисторною логікою побудови або сучасні їх аналоги.

Також пропонується використовувати у якості логічних елементів пам'яті вузлів ВКО і ВПО регістри пам'яті з однофазною і парофазною передачею коду на синхронних RS-тригерах стагичного типу та поширених D-тригерах.

Для реалізації частини пам'яті спеціальних команд обміну (НКО і НКПЗ) пропонується застосування мікросхем 134 і 556 серій у якості накопичувачів кодів команд (НКО та НКПЗ).

Запропоновані варіанти ІМС серій 130, 133, 134, 530, 556 для реалізації логічних схем пристрою спраження розрізняються між собою швидкодією і споживаною потужністю.

Пропонована елементна база для реалізації вузлів ВКО і ВПО пристрою інформаційного та логічного спраження повністю відповідає електричним характеристикам для цифрової елементної бази апаратури усіх зразків ОВТ ЗРВ, які є на озброєнні

зенітних ракетних військ ЗС України, а також для сучасних ПЕОМ, характеризується високою надійністю та малою вартістю.

Тому сформульовані пропозиції щодо елементної бази інформаційного та логічного спряження, які запропоновані у роботі, є оптимальними за критерієм “ефективність – вартість”.

Практична значимість результатів роботи щодо впровадження сучасної ПЕОМ у склад ОВТ ЗРВ дозволяє:

а) підвищити ефективність типових завдань спеціалізованих ЕОМ (ЦОС, ЦОК) за рахунок розширення та поглиблення обчислювальних та інформаційних можливостей об'єкта (зразка ОВТ ЗРВ);

б) вдосконалити систему апаратного та програмного контролю об'єкта; підвищення автоматизації системи оцінки технічного стану та діагностування інтерфейсу об'єкта; підвищення якості контролю обміну даними між об'єктом та зовнішніми абонентами;

в) вдосконалити програмні та апаратні засоби імітування бойової роботи та організації тренування бойових обслуг об'єкта.

Крім цього, при асиміляції сучасної ПЕОМ у складі обчислювальної системи зразка ОВТ ЗРВ можливо вирішення принципово нових завдань для підвищення бойової ефективності та вдосконалення тактико-технічних характеристик існуючих зразків ОВТ ЗРВ:

а) реалізація додаткових напрямків (джерел) приймання бойової і розвідувальної інформації, інформаційної взаємодії з новими зовнішніми абонентами за рахунок застосування сучасних телекомунікаційних технологій і каналів зв'язку (WiFi, Fiber network, VSAT network, WAN та поширених Ethernet IP-мереж тощо), які повністю адаптовані до інтерфейсів обміну даними сучасних ПЕОМ (наприклад, за стеком протоколів обміну TCP/IP);

б) створення розрахунково-довідкових програмних засобів (систем) для вдосконалення рівня автоматизації функціонування апаратних трактів (функціональних систем) та рішення задач забезпечення бойового застосування ОВТ ЗРВ;

в) реалізація автоматизованих тренажно-контрольних комплексів на базі ПЕОМ для навчання операторів бойових обслуг ОВТ ЗРВ на новому якісному рівні.

Головною перспективою технічного впровадження та бойового використання сучасних ПЕОМ у складі обчислювальних засобів ОВТ ЗРВ є можливість повної заміни існуючого парку спеціалізованих ЕОМ шляхом розробки відповідного бойового програмного забезпечення на базі ПЕОМ.

ВИСНОВКИ

1. На підставі системного аналізу побудови спеціалізованих ЕОМ (ЦОС, ЦОК) та штатних інтерфейсів цифрових трактів обміну даними ОВТ ЗРВ були синтезовані загальні принципи організації обміну даними між спеціалізованими ЕОМ та абонентами існуючих зразків ОВТ ЗРВ.

2. Проведено обґрунтування технічної можливості інформаційного та логічного спряження сучасної ПЕОМ (використання портів RS-232 та LPT) з інтерфейсом

існуючих зразків ОВТ ЗРВ архітектури “ЗАГАЛЬНА ШИНА”.

3. Розроблені концепція та апаратно-програмний спосіб узгодження обміну дискретною інформацією у реальному масштабі часу між ЦОС (ЦОК) об'єкта та ПЕОМ на підставі запропонованого інформаційного та логічного спряження.

4. На основі аналізу принципів каналного та програмного обміну даними між штатними ЦОС (ЦОК) та абонентами ОВТ ЗРВ була синтезована загальна структурна схема пристрою каналного і програмного спряження як головних елементів (модулів) пристрою інформаційного та логічного спряження.

5. Визначені головні завдання та розроблені принципи роботи головних вузлів каналного та програмного обміну у складі пристрою інформаційного та логічного спряження.

6. Запропонована оптимальна за критерієм “ефективність – вартість” елементна база для апаратурної реалізації логічних цифрових схем вузлів каналного та програмного обміну пристрою інформаційного та логічного спряження з використанням ІМС 109, 130, 133, 134 і 530 серій.

7. Застосування розробленого універсального пристрою спряження дозволяє розширити обчислювальні та інформаційні можливості обчислювальних засобів КЗА КП ЗРС і ЗРК С-300ПС, С-300В1 і “Бук-М1”, вдосконалити систему технічного контролю та діагностування інтерфейсу КЗА КП ЗРС і ЗРК, підвищити рівень автоматизації рішення бойових та інших додаткових різноманітних завдань радіолокаторів виявлення цілей і автоматизованих КП ЗРС (ЗРК).

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Ніколаєв І.М. Науково-методичне забезпечення досліджень з обґрунтування перспектив розвитку зенітного ракетного озброєння. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2016. № 2(23). С. 120–122.
2. Галушко Ю.І., Ярош С.П. Аналіз основних напрямків розвитку зенітних ракетних військ з позиції теорії управління вогнем. Системи управління навігації та зв'язку. 2009. Вип. 3(11). С. 169–172.
3. Карпенко Д.В. Стан та перспективи розвитку зенітного ракетного озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 2(27). С. 75–78. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.14>.
4. Павленко М.А., Смеляков С.В., Руденко В.Н., Хмелевский С.И. Направления развития интерфейсов взаимодействия в автоматизированных системах управления специального назначения. Системи обробки інформації. 2016. № 9(146). С. 51–54.
5. Шамко В.С., Жарик О.М., Коваль В.В. Основні особливості застосування Повітряних Сил в сучасних умовах ведення збройної боротьби. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 2(27). С. 15–18. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.02>.

6. Климович О.К. Застосування сучасних систем і комплексів зв'язку та автоматизації для потреб Збройних Сил України під час антитерористичної операції. Системи обробки інформації. 2015. № 5(130). С. 135–140.
7. Нізієнко Б.І., Юхновський С.А., Макаров С.А. Аспекти удосконалення системи управління протиповітряною обороною України. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 1(26). С. 17–20. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.26.03>.
8. Бортновський С.А., Гаврентюк О.В., Водолага О.С., Браціло П.В. Розробка та обґрунтування технічних пропозицій щодо підвищення обчислювального ресурсу штатних обчислювальних систем озброєння та військової техніки зенітних ракетних військ на підставі застосування сучасних ЕОМ. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2015. № 4(21). С. 62–64.
9. Кравчик Р.С., Дудуш А.С., Омельченко Є.О., Бортновський С.А. Розробка технічних пропозицій щодо реалізації апаратних засобів спряження селекторних та мультиплексорних каналів обміну цифрових обчислювальних машин спеціального призначення з сучасної ПЕОМ при її впровадженні та застосуванні у складі зенітного ракетного озброєння. Харків: Зб. наук. пр. ХНУПС. 2017. № 5(54). С. 93–96.
10. Изделие 9С483М1. Техническое описание. Канальный и программный обмен специализированной ЭВМ 9С483М1 с абонентами. ШО.109.23.1ТО. М.: Военное изд-во. 1980. 278 с.
11. Изделие 5Э265. Формуляр. Технические характеристики и принцип построения цифрового вычислительного комплекса 5Э265. ТФ1.1. М.: Военное изд-во. 1984. 74 с.
12. Изделие А-15 (А-15А). Руководство по технической эксплуатации. 0.303.000 РЭ-ЛЛУ. М.: Военное изд-во. 1981. 132 с.
13. Матвієнко М.П. Комп'ютерна схемотехніка. Київ: ТОВ "Центр навчальної літератури". 2012. 190 с.
14. Сетгаров И.К. Принципы построения и работы персональных вычислительных машин. М.: Энергоатом. 2004. 293 с.
15. Стерхейм Д., Сінг К., Триведі М. Проективання систем на мікросхемах програмованої логіки. Київ: ТОО "Сучасна наука". 2011. 213 с.
- missile troops from the standpoint of the theory of fire control], *Navigation and communication control systems*, Iss. 3(11), pp. 169–172.
3. Karpenko, D.V. (2017), "Stan ta perspektyvy rozvytku zenitnoho raketnoho ozbroennia Povitrianykh Syl Zbroynykh Syl Ukrainy" [Condition and prospects of development of anti-aircraft missile armament of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp. 75–78. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.14>.
4. Pavlenko, M.A., Smelyakov, S.V., Rudenko, V.N. & Khmelevskii, S.I. (2016), "Napravleniia razvitiia interfeysov vzaimodeistviia v avtomatizirovannykh sistemakh upravleniia spetsialnogo naznacheniiia", [Directions for the development of interaction interfaces in automated control systems for special purposes], *Information Processing Systems*, No. 9(146), pp. 51–54.
5. Shamko, V.E., Zharik, O.M. & Koval, V.V. (2017), "Osnovni osoblyvosti zastosuvannia Povitrianykh Syl v suchasnykh umovakh vedennia zbroynoi borotby" [The main features of the use of the Air Force in modern conditions of armed struggle], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2, pp. 15–18. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.02>.
6. Klimovich, O.K. (2015), "Zastosuvannia suchasnykh system i kompleksiv zviazku ta avtomatyzatsii dlia potreb Zbroynykh Syl Ukrainy pid chas antyterorystychnoi operatsii" [Application of modern systems and complexes of communication and automation for the needs of the Armed Forces of Ukraine during the anti-terrorist operation], *Information processing systems*, No. 5(130), pp. 135–140.
7. Nizienko, B.I., Yukhnovsky, S.A. & Makarov, S.A. (2017), "Aspekty udoskonalennia systemy upravlinnia protypovitryanoi oborony Ukrainy" [Aspects of improving the air defense control system of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 1, pp. 17–20. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.26.03>.
8. Bortnovsky, S.A., Gavrentyuk, O.V., Vodolaga, O.S. & Bratsilo, P.V. (2015), "Rozrobka ta obgruntuvannia tehnychnih propozitsii shodo pidvishennia obchisliuvalnogo resursu shtatnykh obchisliuvalnykh sistem ozbroennia ta viiskovoi tehnychni zenitnykh raketnykh viisk na pidstavi zastosuvannia suchasnykh EOM" [Developing and substantiation of technical proposals to increase the computing resource of regular computer systems of armament and military equipment of anti-aircraft missile forces on the basis of the use of modern computers], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 4(21), pp. 62–64.
9. Kravchik, R.S., Dudush A.S., Omelchenko Ye.O., Bortnovsky, S.A. & Chorny, A.A. (2017), "Rozrobka tehnychnykh propozitsii shodo realizatsii aparaturnykh zasobiv spriazhennia selektornykh ta multipleksornykh kanaliv obminu tsyfrovyykh obchisliuvalnykh mashin spetsialnogo pryznachennia z suchasnoi PEOM pry yii vprovadzheni ta zastosuvanni u skladi zenitnoho raketnoho ozbroennia" [Developing of technical

REFERENCES

1. Nikolaev, I.M. (2016), "Naukovo-metodychne zabezpechennia doslidzhen z obgruntuvannia perspektyv rozvytku zenitnoho raketnoho ozbroennia" [Scientific and methodological support of research to substantiate the prospects for the development of anti-aircraft missile armament], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(23), pp. 120–122.
2. Galushko, Yu.I. & Yarosh, S.P. (2009), "Analiz osnovnykh napryamkiv rozvytku zenitnykh raketnykh viisk z pozytsii teorii upravlinnia vohnem" [Analysis of the main directions of development of anti-aircraft

- proposals for the implementation of hardware for coupling selector and multiplexer channels for the exchange of digital computers for special purposes with modern PCs in its implementation and application as part of anti-aircraft missile armament], *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, No. 5(54), pp. 93–96.
10. Product 9S483M1 (1980), “Tekhnicheskoe opisanie. Kanalnyi i programmnyi obmen spetsializirovannoi EVM 9S483M1 s abonentami” [Technical description. Channel and program exchange of a specialized computer 9S483M1 with subscribers], *Voiennoie izd-vo*, M., 278 p.
 11. Product 5E265 (1984), “Formulyar. Tehnicheskie karakteristiki i princip postroeniia tsifrovogo vychislitel'nogo kompleksa 5E265” [Logbook. Technical characteristics and principle of construction of a digital computing complex 5E265], *Voiennoie izd-vo*, M., 74 p.
 12. Product A-15 (A-15A) (1981), “Rukovodstvo po tehnicheckoi ekspluatatsii” [Technical Operation Manual], *Voiennoie izd-vo*, M., 132 p.
 13. Matvienko, M.P. (2012), “Kompiuterna shemotekhnika” [Computer circuit layout], *TOV Centr navchalnoi literatury*, K. 190 p.
 14. Settarov, I.K. (2004), “Principy postroeniia i raboty personalnykh vychislitel'nykh mashin” [Principles of construction and operation of personal computers], *Energoatom*, M. 293 p.
 15. Sterheim, D., Sing, K. & Trivedi, M. (2011) “Proektuvannia sistem na mikroshemah programovanoi logiki” [Design of systems on chips of programmable logic], *TOO Suchasna nauka*, K. 213 p.

**Bortnovskiy S., Zvieriev O., Zhyvotovskiy R.,
Petruk S., Ramshov D.**

**DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION
OF TECHNICAL PROPOSALS FOR THE
INTRODUCTION OF MODERN PERSONAL
COMPUTERS IN THE COMPOSITION OF STANDARD
SPECIALIZED COMPUTER MEANS OF COMPLEXES
OF AUTOMATION OF COMMUNICATION
COMPANIES OF WINDOWS AND WINDOWS THEIR
GENERAL COMPUTER RESOURCE**

The experience of recent decades of hostilities and local conflicts has revealed a number of imperfections in existing anti-aircraft missile systems and systems. One of the ways to increase the operational effectiveness of anti-aircraft missile systems and systems is to introduce modern systems of control automation. In this article the authors developed the principles and techniques for interfacing different types of systems (instrumentation) tele-communication of automated command posts of anti-aircraft missile troops with a view to building up modern grid-centric systems for combat control of anti-aircraft missile weapons. In the course of the said study, the authors used the basic provisions of the theory of transmission of discrete messages, the theory of control and general scientific methods of analysis and synthesis.

Consideration is being given to the feasibility of interfacing different types of telecommunications systems with data transmission equipment in command control automation systems of existing anti-aircraft missile weapons at based on the development of a special logic and information interface based on modern personal electronic computing machine for the purpose of providing conditions for the creation of a single information and telecommunications base for a system of combat control of air defense forces and means using grid-centric technology. The justified principle of interface and universal technical means of harmonization of information exchange of modern personal computing machines with the usual typical interface «Common bus» have been developed from the personnel of the digital computing and digital information exchange control devices of the command posts of the anti-aircraft missile systems and systems.

Keywords: telecom, data transmission, digital information, discrete communication channel, interface device, set of tools for automating command post control, automated command post, personal computer machine.

Відомості про авторів:

Бортновський Сергій Анатолійович

кандидат технічних наук, доцент
доцент кафедри радіоелектронних засобів інформаційного забезпечення і управління зенітними ракетними комплексами та системами зенітних ракетних військ факультету зенітних ракетних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5328-456X>
e-mail: bsa-62@ukr.net

Information about the authors:

Sergii Bortnovskiy

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Means of Informational Support and Control of Surface-to-Air Missile Complexes and Systems of Antiaircraft Missile Troops of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5328-456X>
e-mail: bsa-62@ukr.net

Зверев Олексій Олексійович

кандидат технічних наук, доцент
науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку зенітних систем та комплексів науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2274-3115>
e-mail: gans7995@gmail.com

Oleksii Zvieriev

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Researcher of Scientific Research Department of Development of Surface-to-Air Missile Systems and Complexes of Scientific Research Management of Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2274-3115>
e-mail: gans7995@gmail.com

Животовський Руслан Миколайович

кандидат технічних наук, старший дослідник
начальник науково-дослідного відділу розвитку зенітних систем та комплексів – заступник начальника науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2717-0603>
e-mail: ruslan_zvivotov@ukr.net

Ruslan Zhyvotovskiy

Candidate of Technical Sciences, Senior Research
Deputy Chief of Scientific Research Management of Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2717-0603>
e-mail: ruslan_zvivotov@ukr.net

Петрук Сергій Миколайович

кандидат технічних наук
заступник начальника науково-дослідного відділу розвитку зенітних систем та комплексів науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9644-1550>
e-mail: petruksn@ukr.net

Serhii Petruk

Candidate of Engineering Sciences
Deputy Chief of Scientific Research Department of Development of Surface-to-Air Missile Systems and Complexes of Scientific Research Management of Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9644-1550>
e-mail: petruksn@ukr.net

Рамшов Денис Володимирович

кандидат технічних наук
начальник відділу розробки методик та оцінювання Воєнно-наукового управління Генерального штабу Збройних Сил України
м. Київ, Україна
e-mail: denis.ramshov@ukr.net

Denis Ramshov

Candidate of Technical Sciences
Head of the Department for Development of Testing and Evaluation Methods of the Military-Scientific Department of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
e-mail: denis.ramshov@ukr.net

Стаття надійшла до редколегії 27.11.2020.