УДК 623.4

Попов В. О., Крупський Д. П., Майданіченко Д. О., Васьків А. Т.

ОБҐРУНТУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОНТРОЛЬНО-ПЕРЕВІРОЧНОЇ АПАРАТУРИ ПРИ ПЕРЕВІРКАХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ БЛОКІВ М261

Анотація. *У роботі розглянуто підходи до вдосконалення методів контролю та визначення технічних характеристик перевірочної апаратури, призначеної для діагностики та перевірки працездатності блоків типу М261. Обґрунтовано необхідність створення перспективних засобів перевірки з підвищеною точністю, надійністю та автоматизацією процесу тестування.*

Ключові слова: *перевірочна апаратура, блок М261, контроль працездатності, методи вимірювання, автоматизація перевірок.*

Annotation. *The paper examines approaches to improving control methods and determining the technical characteristics of inspection equipment designed for diagnostics and checking the performance of M261 type units. The need to create promising means of verification with increased accuracy, reliability and automation of the testing process is substantiated.*

Key words: *inspection equipment, block M261, performance control, measurement methods, automation of inspections.*

Сучасний розвиток електронних систем характеризується високими темпами вдосконалення елементної бази, підвищенням рівня інтеграції, зменшенням габаритів і маси апаратури, а також зростанням вимог до точності, стабільності та надійності її роботи. Особливо це стосується систем військового, авіаційного та промислового призначення, у складі яких широко застосовуються функціональні електронні блоки, зокрема блоки типу М261. Ці блоки виконують важливі функції з обробки, передачі та контролю електричних сигналів, забезпечуючи узгоджену роботу різних підсистем у складі складного технічного комплексу.

Під час експлуатації електронних систем відбувається природне старіння елементів, вплив температурних, вібраційних і електромагнітних факторів, що може призводити до деградації характеристик або часткових відмов компонентів. З метою забезпечення безперервної працездатності систем необхідно регулярно проводити перевірку технічного стану та працездатності блоків М261, визначати параметри їхніх функціональних схем і своєчасно виявляти відхилення від нормальних режимів роботи. Для виконання таких завдань використовуються спеціальні засоби перевірки (перевірочна апаратура), призначені для імітації вхідних сигналів, вимірювання вихідних параметрів і порівняння їх з еталонними значеннями.

Однак на сьогодні значна частина наявної перевірочної апаратури створювалася ще в умовах використання аналогових технологій і не повністю відповідає сучасним вимогам до швидкодії, точності та гнучкості налаштувань. Такі прилади часто потребують ручного керування, не мають засобів автоматичного аналізу результатів і не дозволяють оперативно адаптувати процедури тестування до специфіки конкретного блока. Унаслідок цього перевірка працездатності блоків М261 може бути трудомісткою, часозатратною і потенційно схильною до суб’єктивних помилок оператора.

Крім того, у сучасних умовах експлуатації електронного обладнання зростає потреба в інтеграції засобів контролю до складу автоматизованих систем технічного обслуговування та діагностики (АСТОД). Це потребує створення перевірочної апаратури нового покоління, яка б мала цифрове керування, можливість автоматичної реєстрації результатів, самодіагностику, гнучке програмне налаштування параметрів тестів і сумісність із сучасними інтерфейсами обміну даними (USB, Ethernet, CAN, RS-485 тощо).

Заплановано реалізацію впровадження мікропроцесорних технологій та цифрової обробки сигналів (DSP) в якості спільно з системою Arduino Mega 2560 для забезпечення стійких каналів зв'язку з СКАОз. Це дозволить створювати інтелектуальні перевірочні комплекси, здатні автоматично змінювати режими роботи залежно від результатів попередніх вимірювань (адаптивне тестування), оцінювати стан об'єкта за непрямими ознаками, формувати статистичні звіти та здійснювати самоконтроль власних вузлів. Такі можливості істотно підвищують достовірність контролю, знижують вплив людського чинника та скорочують час технічного обслуговування. Контрольно-перевірочна апаратура забезпечить контроль і тестування блока М261 на всіх етапах його роботи. У робочому режимі апаратура дає змогу виконувати перевірки як в одноканальному, так і в багатоканальному режимах розвантаження даних блока.

Не менш важливим завданням є обґрунтування характеристик перевірочної апаратури, тобто визначення параметрів, які забезпечують оптимальне співвідношення між точністю вимірювань, швидкодією, функціональністю та вартістю обладнання. Це передбачає розроблення математичних моделей процесів тестування, аналіз джерел похибок, вибір типу сигналів для збудження блока та оцінку методів цифрової фільтрації результатів.

Таким чином, проблема створення перспективної перевірочної апаратури для блоків М261 має комплексний характер і охоплює питання теоретичного моделювання, технічного проектування та алгоритмічної реалізації процесів контролю. Її вирішення дозволить суттєво підвищити ефективність технічної експлуатації, зменшити витрати на ремонт і обслуговування, забезпечити прогнозування технічного стану обладнання та своєчасне усунення можливих відмов.

Актуальність теми визначається потребою в створенні сучасних інтелектуальних засобів контролю, які відповідають вимогам точності, надійності, автоматизації й адаптивності. Розробка та обґрунтування характеристик такої апаратури сприятиме підвищенню якості перевірок, скороченню часу технічного обслуговування та забезпеченню стабільної роботи електронних систем у складних умовах експлуатації.

Список використаних джерел:

1. Bobrov, Yu. I., & Kuznetsov, O. M. (2018). Automated systems for technical control of electronic devices. Kyiv: NAU.
2. Hnatyuk, I. O., & Korol, V. P. (2020). Methods for diagnostics and control of the operability of radioelectronic systems. Kharkiv: KhNURE.
3. Ivanenko, S. V., & Dyakiv, P. L. (2019). Fundamentals of design of measuring systems with digital signal processing. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House.
4. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Geneva: International Organization for Standardization.
5. Kuzmin, A. S., & Levchenko, D. I. (2021). Prospects for the use of microprocessor systems in new generation test equipment. Scientific and Technical Bulletin of NTUU "KPI", 3(112), 45–51.
6. Melnyk, R. O., & Slyvinsky, M. Yu. (2022). Modeling of processes of technical control of electronic units in automated systems. Bulletin of the Engineering Academy of Ukraine, 4(2), 78–85. Peshkov, O. V. (2017). Control and measuring devices and systems: theory and practice. Kyiv: Lira-K.
7. Semenyuk, V. I., & Tkachenko, Yu. V. (2020). Adaptive testing algorithms in diagnostics of complex technical systems. Modern problems of radio engineering and telecommunications, 1(32), 102–108.
8. Shevchenko, O. V., & Gordienko, M. S. (2023). The use of digital technologies in the control of the operability of electronic modules. Electronics and Information Technologies, 2(18), 55–62.
9. IEC 62505:2020. Electronic measuring equipment — Test methods and performance requirements. Geneva: International Electrotechnical Commission.

Попов Володимир Олександрович *– викладач кафедри комплексів авіаційного озброєння, e- mail: vladimirsuperqud@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків ORCID https://orcid.org/0009-0002-2295-0130 Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.*

Крупський Данило Павлович *– здобувач вищої освіти ступеня бакалавр кафедри*

комплексів авіаційного озброєння, e-mail: danj2905@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків ORCID https://orcid.org/0009-0008-5414-0873 Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.

***Майданіченко Дмитро Олегович** – здобувач вищої освіти ступеня магістр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: sunsobaki123@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків ORCID https://orcid.org/0009-0000-9183-7612 Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.*

***Васьків Андрій Тарасович** – здобувач вищої освіти ступеня бакалавр кафедри комплексів авіаційного озброєння, e-mail: andriy16052005@gmail.com, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м.Харків ORCID https://orcid.org/0009-0002-5509-3892 Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Сумська 77/79, 61023.*

***Volodymyr Popov** – teacher of the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: vladimirsuperqud @gmail.com, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv. ORCID https://orcid.org/0009-0002-2295-0130 Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Sumska 77/79, 61023.*

***Dmytro Maidanichenko** – recipient of higher education, master's degree, Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: sunsobaki123@gmail.com, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv ORCID https://orcid.org/0009-0000-9183-7612 Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Sumy 77/79, 61023.*

***Danylo Krupskyi** – bachelor's degree student of the Department of Aviation Weapons Complexes, e-mail: danj2905@gmail.com, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv ORCID https://orcid.org/0009-0008-5414-0873 Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Sumy 77/79, 61023.*

***Andriy Vaskiv** – student of higher education, bachelor's degree, department of aviation weapons complexes, e-mail: andriy16052005@gmail.com, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv ORCID https://orcid.org/0009-0002-5509-3892 Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Sumy 77/79, 61023.*