

Борсук Є. О., Федоришин Є. Я., Георгієв Ю. В.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО СТРУКТУРИ КОНТРОЛЬНО-ПЕРЕВІРОЧНОЇ АПАРАТУРИ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІГ-29

Анотація: У роботі розглянуто проблематику застарілості системи контрольно-перевірочної апаратури системи електропостачання багатоцільового винищувача МіГ-29 та обґрунтовано напрями її вдосконалення з урахуванням сучасних тенденцій у сфері авіаційного приладобудування та електроніки.

Ключові слова: контрольно-перевірочна апаратура, системи електропостачання, вдосконалення, впровадження.

Annotation: The paper considers the problem of the obsolescence of the control and testing equipment for the power supply system of the multi-role MiG-29 fighter and substantiates the directions for its improvement, taking into account current trends in the field of aviation instrumentation and electronics.

Keywords: Control and testing equipment, power supply systems, improvement, implementation

Вступ

Система електропостачання (СЕП) є одним з найважливіших функціональних комплексів літака МіГ-29, що забезпечує енергією всі його бортові системи та обладнання. Надійність та безвідмовність СЕП безпосередньо впливають на бойову ефективність та безпеку польоту. У сучасних умовах, коли парк цих літаків продовжує експлуатуватися, гострою залишається проблема підтримки їх технічної готовності. Ключовим елементом у вирішенні цієї задачі є ефективна система контрольно-перевірочної апаратури (КПА), призначена для діагностики та перевірки елементів СЕП. Однак існуюча база КПА зазнала морального та фізичного застарівання, що обумовлює необхідність розробки нових структурних рішень.

Аналіз проблеми застарілості існуючої КПА

Існуюча контрольно-перевірочна апаратура для СЕП МіГ-29 розроблялася декілька десятиліть тому і має низку суттєвих недоліків:

1. **Аналогова архітектура:** Більшість пристроїв побудовано на аналоговій елементній базі, що знижує точність вимірювань, підвищує схильність до впливу зовнішніх факторів (температура, вологість) і ускладнює проведення регулювань.

2. **Вузька спеціалізація та громіздкість:** КПА представлена набором окремих, вузькоспеціалізованих стендів і пристроїв для перевірки конкретних блоків (генераторів, регуляторів напруги, систем захисту). Це призводить до великої кількості обладнання, високих витрат на його обслуговування та потреби в значних площях для розміщення.

3. **Відсутність інтеграції та автоматизації:** Процес перевірки значною мірою є ручним, вимагає кваліфікованого персоналу і займає багато часу. Відсутній єдиний центр збору, обробки та документування даних, що підвищує ймовірність людської помилки.

4. **Дефіцит запасних частин:** Фізичне та моральне застарівання ускладнює ремонт і технічне обслуговування самої КПА через відсутність виробництва оригінальних електронних компонентів.

Пропозиції щодо структури сучасної КПА Впровадження нових розробок дозволяє сформулювати принципово нову, ефективну структуру контрольно-перевірочної апаратури.

Основою пропонованої структури є модульно-інтегрований підхід з використанням сучасних цифрових технологій.

Структура має включати наступні ключові компоненти:

1. **Універсальний базовий модуль (УБМ):**
 - **Архітектура:** Побудований на основі сучасного промислового комп'ютера (PC/104, CompactPCI) з модульною структурою плат введення/виведення (АЦП, ЦАП, цифрові I/O, комунікаційні інтерфейси).
 - **Функція:** Виконує роль центрального процесора комплексу. УБМ забезпечує керування всіма випробувальними процедурами, збір даних, їх первинну обробку та взаємодію з оператором.
2. **Набір змінних імітаторів та комутаційних модулів:**
 - **Структура:** Це набір спеціалізованих блоків, що підключаються до УБМ. Кожен модуль призначений для імітації робочих параметрів та навантажень конкретного елемента СЕП (наприклад, модуль імітації роботи генератора змінного струму, модуль навантаження шин постійного струму).
 - **Функція:** Забезпечення умов, близьких до реальних експлуатаційних, для перевіряємих блоків. Модульна структура дозволяє швидко адаптувати комплекс для тестування різних пристроїв.
3. **Програмне забезпечення (ПЗ) з єдиним інтерфейсом:**
 - **Архітектура:** Спеціалізоване ПЗ, що працює під керуванням сучасної ОС реального часу.
 - **Функція:** Надає інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс для оператора. Містить базу даних всіх перевірочних алгоритмів, методик та допусків для кожного елемента СЕП. Автоматизує весь цикл перевірки – від введення вихідних даних до формування протоколу з автоматичним винесенням вердикту "придатний/непридатний".
4. **Система документування та архівування:**
 - **Функція:** Всі результати перевірок автоматично зберігаються в електронній базі даних, що дозволяє проводити аналіз тенденцій, відстежувати "лікарню" обладнання та формувати звітність.

Переваги запропонованої структури:

- **Універсальність:** Один комплекс замінює парк старих спеціалізованих стендів.
- **Підвищення точності та швидкодії:** Цифрові технології усувають помилки, властиві аналоговим пристроям, і значно прискорюють процес тестування.
- **Зниження експлуатаційних витрат:** Скорочення часу перевірки, необхідної кількості персоналу та площ для розміщення обладнання.
- **Можливість модернізації:** Модульна архітектура дозволяє легко вдосконалювати комплекс шляхом додавання нових програмних модулів або апаратних блоків.
- **Підтримка сучасних стандартів:** Інтеграція в загальну систему технічного обслуговування авіаційної техніки через мережеві інтерфейси.

Висновок

Запропонована структура контрольно-перевірочної апаратури на основі модульно-інтегрованого цифрового комплексу є адекватною відповіддю на виклики, пов'язані із застаріванням існуючої бази. Її впровадження дозволить підвищити ефективність, точність та швидкість діагностики системи електропостачання літака МіГ-29, що безпосередньо сприятиме підтримці його високого рівня боєготовності та продовженню терміну експлуатації.

Перелік використаних джерел:

1. Насташенко В.О., Шевченко О.М. Основи технічної діагностики бортових систем літаків. – Х.: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ", 2018. – 345 с.
2. ДСТУ 3977-2000. Апаратура контрольно-перевірочна для систем електропостачання літальних апаратів. Загальні технічні вимоги. – К.: Держспоживстандарт України, 2000. – 45 с.
3. Патон Б.Є. (ред.) Проблеми довговічності та надійності авіаційної техніки. – К.: Наукова думка, 2015. – 210 с.
4. IEEE Standard for Automatic Test Markup Language (ATML) for Exchanging Automatic Test Equipment and Test Information via XML. IEEE Std 1671-2017. – 2017.

5. Розвиток методів та засобів функціонального діагностування електроенергетичних систем об'єктів авіаційної техніки / О.І. Петренко, В.В. Сидоренко // Вісник Дніпропетровського університету. Серія "Радіoeлектроніка та телекомунікації". – 2021. – № 4. – С. 45-52.

Борсук Єгор Олександрович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, курсант 242 навчальної групи, Харків, Україна; email : eborsuk415@gmail.com;

Федоришин Євген Ярославович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, командир відділення 242 навчальної групи, Харків, Україна; email: evgefedorisin42@gmail.com;

Георгієв Юрій Вікторович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

Borsuk Yehor Oleksandrovych – Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub, cadet of study group 242, Kharkiv, Ukraine; email: eborsuk415@gmail.com;

Fedoryshyn Yevhen Yaroslavovych – Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub, squad leader of study group 242, Kharkiv, Ukraine; email: evgefedorisin42@gmail.com;

Heorhiiev Yurii Viktorovych – Kharkiv National Air Force University named after Ivan Kozhedub, senior lecturer of department No. 203, Kharkiv, Ukraine; email: yura.georgiev.74@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7189-3966>.

