

Власюк Д. В., Малєєва А. М., Зєнович О. Є.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ БЛОКУ РЕГУЛЮВАННЯ І ЗАХИСТУ ТИПУ БРЗ-1 ЛІТАКА МІГ-29

Анотація: розглянуто призначення, принцип дії та можливості вдосконалення блоку регулювання і захисту типу БРЗ-1, що використовується у системі електроживлення літака МіГ-29. Запропоновано технічні рішення для підвищення надійності, швидкодії та інтеграції цифрових систем контролю. Обґрунтовано доцільність переходу від електромеханічних компонентів до мікропроцесорних систем з автоматичною діагностикою.

Abstract: The paper presents the purpose, operation principle, and possible improvements of the MiG-29 aircraft's BRZ-1 regulation and protection unit. Proposed technical solutions aim to enhance reliability, response speed, and integration of digital diagnostic systems. The paper substantiates the feasibility of transitioning from electromechanical to microprocessor-based automatic control and protection systems.

Ключові слова: МіГ-29, блок регулювання і захисту, БРЗ-1, електроживлення, модернізація.

Keywords: MiG-29, regulation and protection unit, BRZ-1, power supply, modernization.

Блок регулювання і захисту типу БРЗ-1 є основним елементом системи живлення постійного струму літака МіГ-29. Його функції полягають у стабілізації напруги, захисті електричних ланцюгів від перевантажень, коротких замикань та небезпечних коливань параметрів мережі. БРЗ-1 контролює роботу генераторів, здійснює перерозподіл навантаження між споживачами та виконує функції автоматичного відключення несправних ділянок системи.

Принцип дії базується на використанні електромагнітних реле, стабілізаторів і випрямлячів, що формують зворотний зв'язок між параметрами напруги та струму. Регулюючі каскади забезпечують підтримання номінальної напруги 27 В постійного струму, а релейно-контактна логіка реалізує захист і сигналізацію несправностей.

Серед основних недоліків наявної конструкції можна відзначити низьку швидкодію релейних схем, велику масу, підвищене тепловиділення, а також значне зношування контактів у процесі експлуатації. Такі обмеження знижують надійність під час інтенсивних навантажень і створюють додаткові вимоги до технічного обслуговування.

Для усунення вказаних недоліків запропоновано низку технічних рішень: – замінити електромеханічні елементи на твердотільні комутаційні модулі з мікроконтролерним керуванням;

– впровадити систему цифрової діагностики, що зчитує температуру, струм, напругу та стан ключових вузлів у реальному часі;

– реалізувати алгоритми адаптивного регулювання, які змінюють пороги спрацьовування захисту залежно від режиму польоту;

– використати друковані плати з підвищеною термостійкістю та захистом від вібрацій;

– забезпечити обмін даними з центральним обчислювальним комплексом літака через цифрову шину для відображення параметрів БРЗ-1 у кабіні пілота.

Розширення функціоналу блоку можливе шляхом впровадження модуля прогнозування відмов, який аналізує статистику навантажень і попереджає екіпаж про потенційні несправності. Це дозволить перейти до концепції “інтелектуальної” системи енергозабезпечення літака.

Перспективним напрямом є інтеграція оновленого блоку БРЗ-1 до складу цифрової системи керування живленням літака. Такий підхід дозволить автоматично розподіляти енергоресурси між приладами навігації, зв'язку та системами озброєння. Це відповідає тенденціям модернізації авіаційних систем країн-членів НАТО та сприятиме підвищенню бойової ефективності літака МіГ-29.

Окрім удосконалення апаратної частини, важливим напрямом модернізації БРЗ-1 є оновлення програмно-алгоритмічного забезпечення.

Використання мікропроцесорного контролера дозволить реалізувати інтелектуальні функції аналізу стану системи, зокрема:

- автоматичну ідентифікацію несправностей за сигнатурою струмових коливань;
- адаптивне калібрування датчиків у польових умовах без зняття блоку;
- збереження журналу подій у енергонезалежній пам'яті з можливістю передачі даних через інтерфейс обміну при технічному обслуговуванні.

Такі функції значно скорочують час пошуку причин відмов і полегшують роботу технічного складу. Крім того, завдяки впровадженню алгоритмів самодіагностики, система зможе переходити в резервний режим без втрати стабільності напруги на критичних споживачах, таких як навігаційне та прицільно-обчислювальне обладнання.

Особливу увагу доцільно приділити підвищенню електромагнітної сумісності (ЕМС) БРЗ-1. Заміна релейних каскадів на напівпровідникові ключі з вбудованими фільтрами гармонік дозволить знизити рівень завад у бортовій мережі, що позитивно вплине на точність роботи систем зв'язку та навігації.

Додаткове підвищення ефективності можливе шляхом інтеграції системи термоконтролю. Використання датчиків температури з цифровим інтерфейсом дасть змогу здійснювати прогнозування перегріву та регулювати режим охолодження блоку. Це подовжить строк служби компонентів і зменшить ризик відмов під час тривалих польотів у складних кліматичних умовах.

Для практичного впровадження модернізованого БРЗ-1 доцільно провести його стендові випробування з імітацією аварійних режимів. Порівняльний аналіз із базовою версією має підтвердити покращення параметрів стабілізації, зменшення часу реакції системи та зниження теплових втрат.

Результати випробувань можуть стати підґрунтям для створення уніфікованої лінійки блоків регулювання і захисту нового покоління, придатних до застосування не лише на МіГ-29, а й на модернізованих літаках типу Су-27 та навчально-бойових Л-39.

Таким чином, модернізація блоку БРЗ-1 на основі мікропроцесорних технологій і цифрової діагностики є доцільним і перспективним кроком у напрямі підвищення ефективності, надійності та бойової готовності авіаційної техніки Повітряних Сил України.

Список використаних джерел:

1. Зєнович О.Є., Кривонос В.М. Системи електропостачання повітряних суден. – Х.: ХНУПС, 2021.
2. Кононов Б.Т., Лагутін Г.І. Електричні машини. – Х.: ХНУПС, 2015.
3. Долгополов В.І., Єгоров С.П. Електронні системи регулювання та захисту авіаційних бортових мереж. – К.: КВІ, 2020.
4. Інструкція з технічної експлуатації літака МіГ-29. – Військове видання, 2019.

Власюк Дмитро Володимирович – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61009, e-mail: dimasvlasjuk@gmail.com

Малєєва Аліна Миколаївна – курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61009, e-mail: alinka20.16maleeva@gmail.com

Зєнович Олександр Євгенович – кандидат технічних наук, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, доцент кафедри авіаційного обладнання літаків і вертольотів, м. Харків, вул. Сумська 77/79, інд. 61009, email: aezenovich@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9982-6274>.

Vlasiuk Dmytro Volodymyrovych – cadet from the Faculty of Aviation Engineering of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St. 77/79, Ind 61009, e- mail: dimasvlasiuk@gmail.com

Maleieva Alina Mykolaivna – cadet from the Faculty of Aviation Engineering of the Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska St. 77/79, Ind 61009, e- mail: alinka20.16maleeva@gmail.com

Zienovich Oleksandr Evgenovych – Candidate of Technical Sciences, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Associate Professor of the Department of Aviation Equipment of Airplanes and Helicopters, Kharkiv, Sumska St. 77/79, Ind 61009, email: aezenovich@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9982-6274>.