

УДК 623.74.6.3:621.396.6

А.О. Красноручський, І.В. Романенко, А.А. Завада, В.В. Токаренко

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## ВАРІАНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ АПАРАТУРИ ВІДТВОРЕННЯ МОВНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ ЛІТАКА МИГ-29

*В статті пропонується варіант структурної схеми модернізованої апаратури відтворення мовних повідомлень П-591Б літака-винищувача МиГ-29. Досліджені характеристики мікроконтролера та його структура.*

**Ключові слова:** апаратура відтворення мовних повідомлень, мікроконтролер, МиГ-29, П-591Б, СПУ-9, процесор.

### Вступ

В наш час в системах управління і обробки даних все частіше застосовуються мікроконтролери, які вирішують широкий спектр завдань. [1, 2]. Однокристальні мікроконтролери (ОМК) є найбільш масовим видом пристроїв сучасної мікропроцесорної техніки, річний обсяг випуску яких складає більше 2,5 млрд. штук. Інтегруючи на одному кристалі високопродуктивний процесор, пам'ять і набір периферійних схем, ОМК дозволяють з мінімальними витратами реалізувати високоефективні системи і прилади управління різними об'єктами (процесами). На відміну від звичайних мікропроцесорів, для роботи яких потрібні зовнішні інтерфейсні схеми, в корпусі ОМК разом з основними функціональними вузлами розміщені такі допоміжні вузли, як тактовий генератор, таймер, контролер переривань, цифро-аналоговий і аналого-цифровий перетворювачі, порти введення-виведення. Для ОМК характерні:

- система команд, орієнтована на виконання завдань керування і регулювання;
- алгоритми, що реалізуються на ОМК, мають багато розгалужень залежно від зовнішніх сигналів;
- дані, якими оперують ОМК, не повинні мати велику розрядність;
- схемна реалізація систем керування на базі ОМК нескладна і має невисоку вартість;
- універсальність і можливість розширення функцій керування значно нижчі, ніж у системах із однокристальними МП.

Система управління, залежно від складності вирішуваних нею завдань, може бути реалізована на основі спеціалізованої інтегральної схеми, багатокристальної мікропроцесорної системи (МПС) або на основі ОМК. Застосування МПС, виконаної у вигляді модульної конструкції, або одно кристального мікроконтролера дозволяє "вбудувати" систему управління безпосередньо в керований об'єкт. Тому для характеристики систем управління цього класу нині широко використовується термін "вбудована система" (embedded system). Цей термін означає обчислювальну систе-

му, що входить невід'ємною частиною до складу іншої системи, або, що точніше, апаратні засоби обробки даних і програмне забезпечення, що формують компонент якої-небудь технічної управляючої метасистеми, який повинний функціонувати при мінімальному втручанні людини.

Основними характеристиками вбудовуваних систем є:

- обмеженість апаратних ресурсів;
- незмінність програмного забезпечення в процесі застосування;
- висока надійність;
- короткий цикл розробки впровадження;
- серійність виробництва;
- низька собівартість.

Саме завдяки цим якостям ОМК знаходять широке застосування в системах промислової автоматики, контрольно-вимірювальних приладах і системах, апаратурі зв'язку, автомобільній електроніці, медичному обладнанні, побутовій техніці і багатьох інших областях.

Слід зазначити, що бортова апаратура відтворення мовних повідомлень призначена для мовного оповіщення членів екіпажу літального апарату та оператора наземного командного пункту про аварійні ситуації та небезпечних режимах у польоті, а також для відтворення звукових команд по сигналам, які надходять від кінцевої апаратури [1]. Апаратура П-591Б займає важливе місце у бортовому радіоелектронному обладнанні літака МиГ-29, тому що вона дозволяє надати допомогу льотчику під час польоту, у разі виникнення надзвичайної ситуації, а також сповістити про це наземний командний пункт [1].

Сорокарічний досвід експлуатації цієї апаратури, а також розвиток науки і техніки, дозволяють зробити висновок про необхідність заміни П-591Б на принципово новий пристрій з використанням нової елементної бази, а саме мікроконтролера.

**Мета статті:** розробка перспективної моделі апаратури відтворення мовних повідомлень на борту літака МиГ-29.

## Виклад основного матеріалу

Принцип дії апаратури відтворення мовних повідомлень П-591Б [1], складається у наступному. Сигнали від датчиків надходять на вхід блока селекції сигналів (рис. 1). Після селекції відповідна кодова послідовність надходить до апарату відтворення, де по кодовій послідовності вибирається відповідне мовне повідомлення. Мовні повідомлення записані на магнітну стрічку. Для збільшення кількості відтворюваних повідомлень повідомлення записані з різних

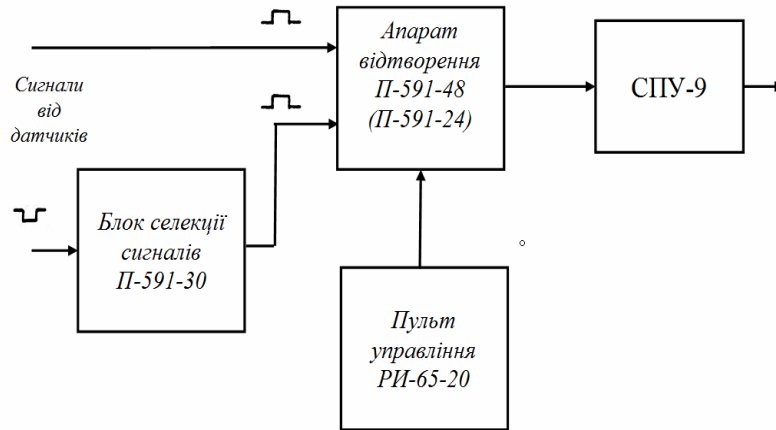


Рис. 1. Структурна схема апаратури відтворення мовних повідомлень

До складу апаратури П-591Б входять три блоки: апарат відтворення, блок селекції сигналів, пульт управління. До технічних характеристик входять: вага апаратури не перевищує 6 кг; кількість повідомлень, що відтворюються дорівнюють 48; призначений ресурс апаратури складає 20 років.

Аналіз періодичних донесень надійності апаратури відтворення мовних повідомлень П-591Б показав, що наявність механічних вузлів апарату відтворення має низьку надійність. Тому було запропонована модернізація апаратури відтворення мовних повідомлень П-591Б з використанням сучасної елементної бази.

### Призначення вузлів у структурній схемі мікроконтролера

В сучасній електроніці мікроконтролером називають спеціалізовану мікросхему, яка призначена для виконання певного набору складних функцій по управлінню практично будь-яким електронним пристроєм [4]. Наявність у мікроконтролера різних структурних елементів дозволяє йому управляти різними пристроями і приймати від них дані при мінімумі додаткових вузлів, оскільки велике число периферійних схем вже є безпосередньо на кристалі мікроконтролера [4]. Це дозволяє зменшити розміри конструкції і понизити споживання енергії від джерела живлення.

До складу мікроконтролера входять такі конструктивні елементи (рис. 2) [3]:

сторін стрічки та з різною швидкістю. Це накладає певні обмеження на кількість та якість відтворюваних повідомлень, а також ускладнює саму апаратуру та збільшує її вагу.

Сигнали мовного повідомлення, які знімаються з голівки відтворення, після підсилення подаються на вихід апарату відтворення і далі на телефони льотчика через СПУ-9, а під час надходження сигналів від датчиків аварійних сигналів – і на вхід передавача літакової радіостанції Р-862 для передачі інформації на командний пункт.

– генератор тактового сигналу (GCK) – визначає швидкість роботи мікроконтролера;

– процесор (CPU), який приймає з пам'яті програмні коди команд, декодує і їх виконує. Процесор складається з регістрів, арифметико-логічного пристрою (АЛУ) і ланцюгів управління;

До складу процесора (CPU) входять:

- лічильник команд (PC);
- арифметико-логічний пристрій (ALU);
- блок регістрів загального призначення (GPR)

та інші елементи, не показані на схемі (рис. 2);

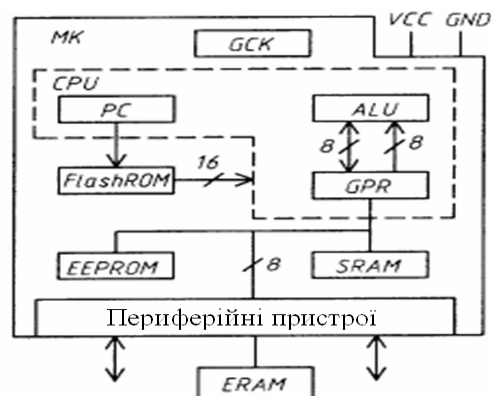


Рис. 2. Структурна схема мікроконтролера

– оперативний пристрій статичного типу для зберігання даних (SRAM);

– набір периферійних пристроїв для введення і виведення цих сигналів і виконання різних функцій управління;

- постійний пристрій для зберігання даних, виконаний за технологією EEPROM;
- постійний пристрій для зберігання програми, виконаний за технологією Flash.

### Модель апаратури відтворення мовних повідомлень, з використанням сучасної елементної бази

Пропонується варіант структурної схеми апаратури відтворення мовних повідомлень. Принцип дії буде складатися у наступному. Сигнали від датчиків (рис. 3) надходять до мікроконтролера або за необхідності більшої кількості датчиків через мультиплексори.

Відповідно кожному сигналу від датчика відповідає своя адреса у пам'яті мікроконтролера, де зберігаються мовні повідомлення. Мікроконтролер направляє мовне повідомлення до підсилювача, який виконаний на інтегральній мікросхемі (операційному підсилювачі), потім підсилене мовне повідомлення надходить безпосередньо до телефонів льотчика. В перспективній моделі, апаратури відтворення мовних повідомлень, мікроконтролер поєднує у собі функції елементів апаратури П-591Б таких як: блок селекції сигналів та апарат відтворення (рис. 1).

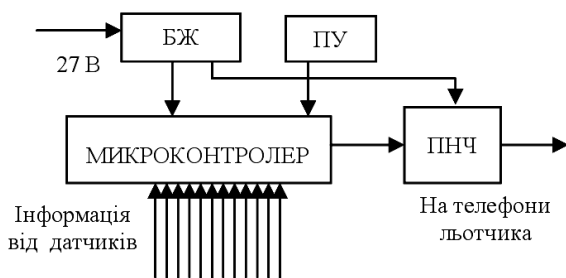


Рис. 3. Структурна схема апаратури відтворення мовних повідомлень з використанням сучасної елементної бази: БЖ – блок живлення; ПУ – пульт управління; ПНЧ – підсилювач низької частоти

Отже дослідження структурної схеми (рис. 3) показало, що модернізація апаратури відтворення мовних повідомлень П-591Б буде складатися з одного блоку та пульта управління, що зменшить вагу апаратури до 2 кг., а також звільнить місце для іншого обладнання або корисного навантаження. Ре-

сурс мікроконтролера, який складає 30 років, дозволить підвищити надійність апаратури. Велика швидкість мікроконтролера, до 20 мільйонів операцій за секунду, дозволить не тільки зменшити габарити даної апаратури, а також збільшити кількість мовних повідомлень. Перспективна модель здатна також виконувати функції літакового пристрою реєстрації польотних даних, завдяки наявності у мікроконтролера енергонезалежного запам'ятовуючого пристрою виконаного за технологією Flash.

### Висновки

Таким чином, в результаті дослідження запропонованого варіанта схеми модернізації апаратури відтворення мовних повідомлень П-591Б літака МиГ-29 були виявлені наступні переваги:

- зменшення ваги апаратури приблизно у 3 рази ніж існуюча апаратура П-591Б;
- зменшення площі на літаку, необхідної для розміщення апаратури відтворення мовних повідомлень, за рахунок заміни блоків П-591-30 та П-591-48;
- підвищення ресурсу апаратури відтворення мовних повідомлень, що обґрунтовано усуненням механічних вузлів;
- підвищення швидкодії селекції сигналів повідомлень;
- застосування мікроконтролера призвело до значного збільшення кількості мовних повідомлень.

### Список літератури

1. Технічний опис апаратури відтворення мовних повідомлень П-591Б.
2. Белов Л.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / Л.В. Белов. – М.: Наука и Техника, 2008. – 544 с.
3. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel / В.В. Гребнев. – ИП РадиоСофт, 2012. – 176 с.
4. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному / М. С. Голубцов. – СОЛОН-Пресс, 2010. – 288 с.

Надійшла до редколегії 11.02.2014

**Рецензенти:** канд. техн. наук, проф. Ю.І. Миргород, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ВАРИАНТ МОДЕРНИЗАЦИИ АППАРАТУРЫ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ РЕЧЕВЫХ СООБЩЕНИЙ САМОЛЕТА МИГ-29

А.О. Красноруцкий, И.В. Романенко, А.А. Завада, В.В. Токаренко

*В статье предлагается вариант структурной схемы модернизированной аппаратуры воспроизведения речевых сообщений П-591Б самолета-истребителя Миг-29. Исследованы характеристики микроконтроллера и его структура.*

**Ключевые слова:** аппаратуры воспроизведения речевых сообщений, микроконтроллер, МиГ-29, П-591Б, процессор.

### HARDWARE UPGRADE OPTIONS REPRODUCTION OF VOICE MESSAGES OF AIRPLANE MIG-29

A.A. Krasnorudsky, I.V. Romanenko, A.A. Zavada, V.V. Tokarenko

*The paper proposed a modernized version of the block diagram of the apparatus playback voice messages P-591B fighter aircraft MiG-29. Investigated the characteristics of the microcontroller and its structure.*

**Keywords:** apparatus of recreation of language reports, microcontroller, MiG-29, P-591B, SPU-9, processor.