

KİÇİKÖLÇÜLÜ İSTİSMAR YADDAŞ QURĞUSU

N.Ə. Pənahov, N.N. Kəlbiyev

Milli Aviasiya Akademiyası

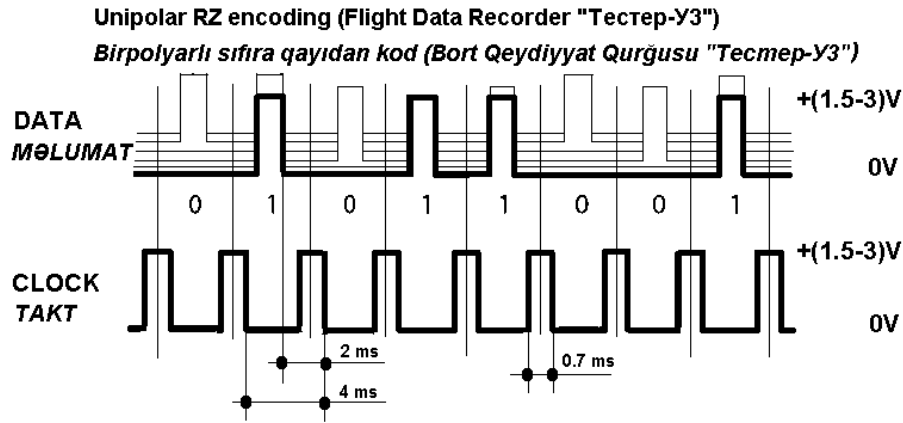
Məqalədə “Тестер-У3” tipli Bort Qeydiyyat Qurğuları tərkibində parametrik uçuş məlumatlarının köməkçi qeydiyyat vasitəsi kimi nəzərdə tutulmuş kiçikölçülü İstismar Yaddaş Qurğusu layihəsi təqdim olunmuşdur. Bu məqsədlə həmin Bort Qeydiyyat Qurğularının məlumat interfeysi və mövcud İstismar Yaddaş Qurğusu araşdırılmış, yeni yaddaş qurğusunun sadəliyi üçün tələblər formalaşdırılmışdır. Bu tələblərə uyğun olaraq vahid mikrokontroller əsasında yaddaş qurğusu və onun daxili proqram təminatı işlənilib hazırlanmışdır. Qurğunun strukturu və iş alqoritmi təqdim edilmişdir. Laboratoriya və uçuş şəraitində aparılmış sınaqlar layihənin iş qabiliyyətini və tələblərə cavab verdiyini təsdiqləmişdir.

Açar sözlər: uçuş məlumatları, bort qeydiyyat qurğusu, istismar yaddaş qurğusu, Yerüste emal sistemi, mikrokontroller, yaddaş kartı, sifira qayıdan kod, binar (ikilik) kod impulsları qrupu.

Giriş

Məlum olduğu kimi, uçuşlararası nəzarətin asanlaşdırılması məqsədi ilə bir çox uçuş aparatları qəza Bort Qeydiyyat Qurğusundakı (BQQ) parametrik uçuş məlumatlarını təkrarlayan İstismar Yaddaş Qurğusu (İYQ) ilə təchiz olunurlar. İYQ-dən istifadə zərurəti uçuş məlumatlarının yerüste nəzarət sisteminə tez və rahat köçürülməsi tələbatına uyğun olaraq yaranmışdır. Bunun üçün onun özünün, yaxud yaddaş elementinin kiçik qabaritli olması və uçuş aparatında əlçatan yerdə yerləşdirilməsi tələbləri əsas götürülür. Adətən qəza BQQ-sinin yoxlanılması və uçuş məlumatlarının köçürülməsi üçün uçuş aparatında siqnal konnektorlu nəzarət bölməsi olur ki, İYQ-də məhz həmin bölmədə yerləşdirilir və həmin konnektora qoşulur.

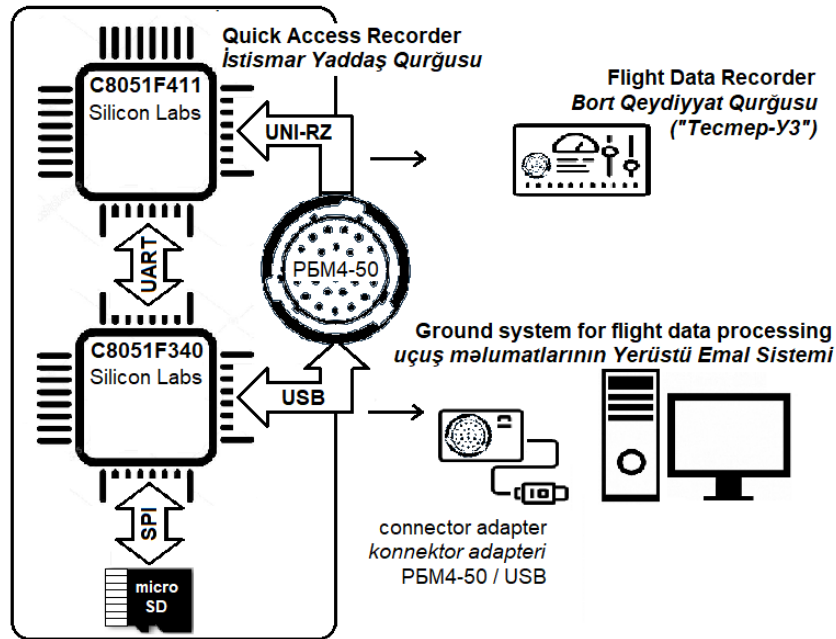
İşin məqsədi. İstismarda olan uçuş aparatlarının bəzi tipləri “Тестер-У3” tipli BQQ-lərlə təchiz olunmuşdur. Onlar yalnız parametrik uçuş məlumatlarının qeydiyyatı üçün nəzərdə tutulmuşdur və həm lent daşıyıcılı (Тестер-У3 серия 2/3), həm də sərt (flash) yaddaş qurğuları ilə (Тестер-У3 серия 3А/3КС) komplektləşdirilirlər [1-3]. Bu tip BQQ-lər üçün nəzərdə tutulmuş İYQ-lər kiçik ölçülü olduqlarından təmir üçün nəzərdə tutulmayan dizaynda istehsal olunmuşlar və sıradan çıxanlarının yenisi ilə əvəzlənməsi zərurəti yaranmışdır. Məqalə “Тестер-У3” tipli BQQ-lərə qoşulmaq üçün nəzərdə tutulmuş kiçikölçülü sadə İYQ-nin layihələndirilməsinə həsr olunmuşdur. **“Тестер-У3” tipli BQQ-nin məlumat interfeysi.** “Тестер-У3” tipli BQQ-lərdə parametrik uçuş məlumatı qeydiyyat qurğularına 12 kanallı paralel interfeyslə “UnipolarRZ” formatlı (sifira qayıdan) 10-bitlik ikilik kodda (hər bir ölçməyə uyğun) impulslar qrupu ardıcılıqları şəklində verilir (şək. 1). Kod impulsları qrupunun 8 biti – analoq, 1 bit – binar məlumatlar, digər 1 bit – 256 parametri əhatə edən kadrın identifikasiyası üçün nəzərdə tutulmuşdur və məlumat axını ~4 msan periodla ötürülür [4]. Məlumat axını yarımperiod sürüşdürülmüş takt impulsları ilə (2 kanal) sinxronlaşdırılır. “Тестер-У3” tipli BQQ-lərin ilk seriyaları maqnit lent daşıyıcılı yaddaş qurğularından istifadə üçün nəzərdə tutulmuşdur və bu cür sinxronlaşdırma lentin deformasiyalarından irəli gələn xətalara aradan qaldırmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məlumatların lentdən oxunması halında (məlumat bitlərinə aid) ayrı-ayrı kanallardan gələn impulslar arasında faza sürüşmələri olur. Sürüşdürülmüş takt impulsları həm məlumatın (iki takt impulsu arasındakı) gözlənilməsi müddətini, həm də məlumatın olmamasını, yəni bütün dərəcələrin sıfır olmasını təyin etməyə imkan verir.



Şək. 1. "Tecmep-Y3" tipli Bort Qeydiyyat Qurğusunun məlumat interfeysinin siqnalogramı

İYQ-nin mövcud prototipi. "Tecmep-Y3" tipli BQQ-lər üçün məlum olan kiçikölçülü İYQ Silicon Labs ticarət markalı C8051F411 və C8051F340 tipli iki mikrokontroller çipi əsasında hazırlanmışdır (şək. 2) [5, 6].

Mikrokontrollerlərin birincisi bilavasitə bortda uçuş məlumatlarının qəbulunu, ikincisi isə qəbul olunmuş məlumatların SDCard tipli yaddaş elementinə yazılmasını və yerüstə Emal Sisteminə (YES) qoşulduqda həmin yaddaş elementindən USB port vasitəsi ilə kompüterə köçürülməsini təmin edir. İki mikrokontroller çipindən istifadə İYQ-nin hazırlanma xərclərini həm texnoloji, həm də proqram təminatı baxımından artırır. Bu cür tərtibat "Tecmep-Y3" tipli BQQ-lərin seriyasından asılı olaraq məlumat siqnallarının amplituda fərqliliyini nəzərə alan universal qurğunun yaradılması tələbi ilə izah oluna bilər.



Şək. 2. "Tecmep-Y3" tipli Bort Qeydiyyat Qurğusuna qoşula bilən mövcud İstismar Yaddaş Qurğusunun struktur sxemi

SDCard tipli yaddaş elementi və C8051F340 tipli mikrokontroller 3V-luq mənbədən qidalandırılır, C8051F411 tipli mikrokontrollerin isə daha kiçik voltajlı mənbədən qidalandırılması kiçik amplitudalı siqnalların etibarlı qəbulunu təmin edir. Mikrokontrollerlər arasında əlaqə universal asinxron serial interfeys (UART) vasitəsi ilə təmin olunur. Bu interfeysin çıxış xətlərində açıq-kollektor sxemindən istifadə olunması mikrokontrollerlərin qida gərginlikləri arasındakı fərqi nəzərə almamağa imkan verir. İYQ impuls tənzimləyici vasitəsi ilə bort qida mənbəyindən, yaxud

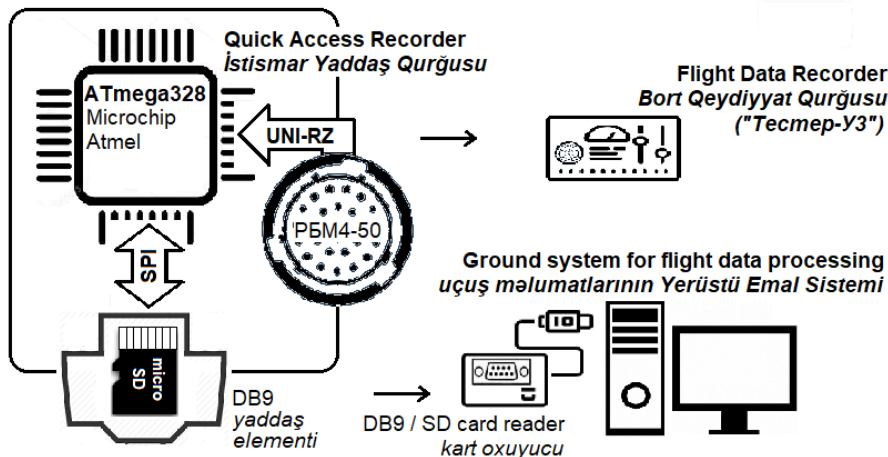
USB portundan qidalandırılır. SDCard tipli yaddaş elementi İYQ-nin daxilində yerləşdirilmişdir. Bu cür tərtibat uçuş məlumatlarının YES-ə köçürülməsi üçün İYQ-nin uçuş aparatından çıxarılmasını tələb edir. İYQ-nin YES-ə qoşulması üçün İYQ-USB konnektor adapterindən istifadə edilir.

Prototipin daxili proqram təminatı haqqında məlumat yoxdur, lakin ondan istifadə qaydası və struktur sxemi onun iş alqoritmi haqqında mülahizə yürütməyə imkan verir. C8051F411 mikrokontrollerinin bortdan gələn siqnalları (dövrü olaraq, yaxud proqram kəsilmələri yolu ilə) fasiləsiz qəbul edərək UART vasitəsi ilə ikinci mikrokontrollerə ötürməsi labüddür. C8051F340 mikrokontrolleri isə ilk növbədə borta, yaxud USB portuna qoşulduğunu təyin etməlidir. Birinci halda UART vasitəsilə alınan məlumatları qəbul olunmuş formatda SDCard tipli yaddaş elementinə qeyd etməli, ikinci halda isə ondakı məlumatları USB portuna ötürməlidir. Məlumatın ötürülməsi və qeydiyyatının bütün mərhələləri üçün proqram təminatında FIFO (first in first out) tipli proqram buferindən istifadə nəzərdə tutula bilər.

Yeni İYQ-nin sxemotexnikası. Yeni İYQ layihəsində istehsal xərclərinin azaldılması və istismar rahatlığının yüksəldilməsi məqsədi ilə aşağıdakı tələblər əsas götürülmüşdür:

- uçuş məlumatlarının köçürülməsi üçün İYQ-nin uçuş aparatından çıxarılmasına ehtiyac olmamalıdır;
- yaddaş elementi İYQ-dən xaric oluna bilməlidir (DB9 tipli konnektor vasitəsi ilə qoşulma münasib sayılmışdır);
- İYQ bir mikrokontroller çipi əsasında layihələndirilməlidir (Microchip/Atmel ATmega328 mikrokontrolleri seçilmişdir [7]).

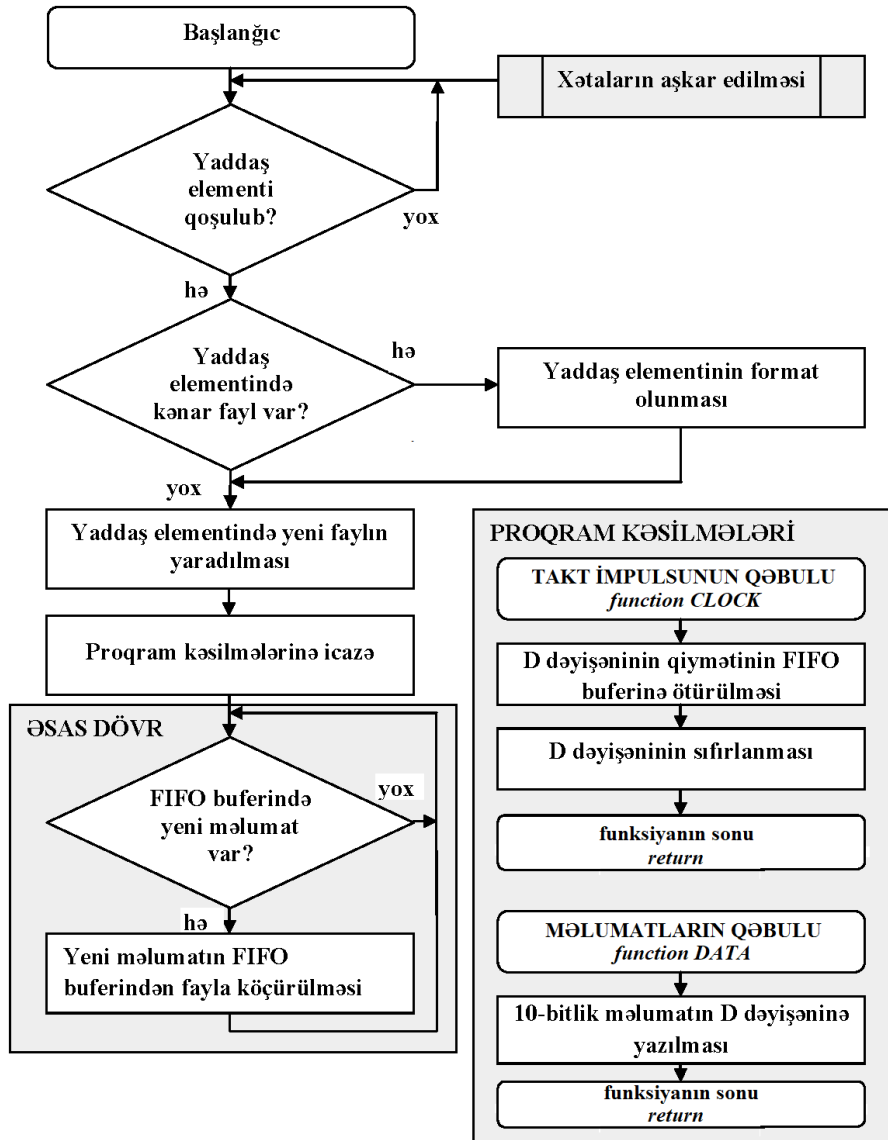
Yeni İYQ-də (şək.3) ATmega328 mikrokontrolleri bortdan uçuş məlumatlarının qəbul edilməsini və SPI interfeysi vasitəsilə SDCard tipli yaddaşa qeyd edilməsini təmin edir. Qeyd edilmiş məlumatların YES-ə köçürülməsi üçün (konstruktiv olaraq DB9 tipli konnektorun gövdəsində yerləşdirilmiş) yaddaş elementi İYQ-dən ayrılaraq DB9 tipli konnektor əlavə olunmuş "card reader"-ə qoşulur. SPI interfeysi mikrokontrollerin proqramlaşdırılması üçün də istifadə olunur.



Şək. 3. "Tecrep-Y3" tipli Bort Qeydiyyat Qurğusuna qoşula bilən yeni İstismar Yaddaş Qurğusunun struktur sxemi

"Tecrep-Y3" tipli BQQ-lərin seriyasından asılı olan məlumat siqnalları amplitudalarının fərqlənməsini nəzərə alaraq ATmega 328 mikrokontrolleri 2V-luq qida mənbəyindən, SDCard tipli yaddaş elementi isə 3V-luq mənbədən qidalandırılır. Qida gərginlikləri arasındakı fərqin SPI interfeysinə təsiri sadə "level converter" elementi vasitəsi ilə aradan qaldırılır.

Yeni İYQ-nin proqram təminatı. Yeni İYQ-nin iş alqoritmi şəkl. 4-də verilmişdir. növbədə



Şəkl. 4. İstismar Yaddaş Qurğusunun iş alqoritminin ümumiləşdirilmiş blok-sxemi

İlk yaddaş elementinin qoşulu olması yoxlanılır. Yaddaş elementində qəbul edilmişdən fərqli adda fayllar varsa, yaxud faylların sayı çoxdursa o tam format olunur. Məsələn, yaddaş elementi YES-ə qoşulduqda əlavə sistem qovluğunun yaranması məlumatların istifadə olunduğuna və onlara daha ehtiyac olmadığına işarə verir. Sonra yeni fayl açılır və uçuş məlumatlarının qəbuluna başlanılır. Bu məqsədlə proqram kəsilmələri mexanizmindən və FIFO tipli proqram buferindən istifadə olunur. Qəbul edilmiş məlumat periodik olaraq buferdən SDCard yaddaş elementindəki fayla qeyd olunur. Alqoritmdən hər hansı kənarlaşmalar aşkar olunarsa mikrokontroller başlanğıc vəziyyətə gətirilir və yenidən işə buraxılır.

Məlumat interfeysinin xüsusiyyətini nəzərə almaq üçün məlumat qəbulu iki tip proqram kəsilmələri vasitəsilə həyata keçirilir:

- mikrokontrollerin hər hansı məlumat (DATA) girişindəki impulsdan işə düşən proqram modulu 10-bitlik məlumat vahidini 2-baytlıq D dəyişəninə qəbul edir;
- mikrokontrollerin takt (CLOCK) girişindəki impulsdan işə düşən proqram modulu D dəyişəninənin qiymətini FIFO tipli proqram buferinə ötürür və dəyişəni sıfırlayır.

Nəticə

“Тесреп-У3” tipli BQQ-lərə qoşulmaq üçün nəzərdə tutulmuş kiçikölçülü İYQ-nin bir neçə nümunəsi laboratoriya və uçuş şəraitində sınaqdan keçirilmişdir. Alınmış nəticələr göstərir ki,

layihədə nəzərdə tutulmuş məsələlər tam həllini tapmışdır. İYQ-nin sadə quruluşu seriyalı istehsal üçün tam yararlıdır və müxtəlif konstruktiv dizaynlarda işlənə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Бортовое устройство регистрации полетных данных. Шифр “Тестер-У3 сер.3”. Руководство по технической эксплуатации. 8И1.582.015 РЭ.
2. Бортовое устройство регистрации полетных данных “Тестер-У3 сер.2”. Руководство по технической эксплуатации. 8И1.582.006-09 РЭ.
3. Современные технологии создания бортовых устройств регистрации полетных данных - https://helirusia.ru/assets/res/Выставка/2014/Деловая программа/Измеритель_HeliRussia Опейкин А.В..pdf (22.11.2019).
4. Kəlbəyev N.N. Uçuş məlumatlarının qeydiyyatı və emalının mövcud metod və vasitələrinin araşdırılması. / MAA Elmi Məcmuələri, 2019, № 2.
5. Silicon Labs C8051F410/1/2/3 2.0 V, 32/16 kB Flash, smaRTClock, 12-bit ADC MCU - <https://www.keil.com/dd/docs/datashts/silabs/c8051f41x.pdf> (22.11.2019).
6. Silicon Labs C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D Full Speed USB Flash MCU Family - <https://www.silabs.com/documents/public/data-sheets/C8051F34x.pdf> (22.11.2019).
7. Microchip Atmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P megaAVR® Data Sheet - <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf> (22.11.2019).

REFERENCES

1. Bortovoe ustroystvo registratsii poletnikh dannikh. Shifr “Tester-U3 ser.3”. Rukovodstvo po tekhnicheskoy ekspluatatsii. 8И1.582.015 RE.
2. Bortovoe ustroystvo registratsii poletnix dannikh “Tester-U3 ser.2”. Rukovodstvo po tekhnicheskoy ekspluatatsii. 8И1.582.006-09 RE.
3. Sovremennie tekhnologii sozdaniya bortovix ustroystv registratsii poletnikh dannikh. (rus) https://helirusia.ru/assets/res/Vistivka/2014/Delovaya_programma/Izmeritel_HeliRussia Опейкин А.В..pdf (22.11.2019).
4. Kalbiyev N.N. Uchush malumatlarinin qeydiyyatı ve emalinin movcud metod ve vasitelerinin arashdirilmesi. / MAA Elmi Mecmueleri, 2019, № 2.
5. Silicon Labs C8051F410/1/2/3 2.0 V, 32/16 kB Flash, smaRTClock, 12-bit ADC MCU - <https://keil.com/dd/docs/datashts/silabs/c8051f41x.pdf> (22.11.2019).
6. Silicon Labs C8051F340/1/2/3/4/5/6/7/8/9/A/B/C/D Full Speed USB Flash MCU Family - <https://silabs.com/documents/public/data-sheets/C8051F34x.pdf> (22.11.2019).
7. Microchip Atmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P megaAVR® Data Sheet - <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf> (22.11.2019).

A SMALL-SIZED OPERATIONAL STORAGE DEVICE

N.A. Panahov, N.N. Kalbiev

The article discusses the project of developing a small-sized operational storage device as a part of the “Тестер-У3” type flight data recorders as an auxiliary means of recording parametric flight information. For this purpose, the data interface of this type of devices and the existing operational storage device were investigated, and the basic requirements to achieve a simplified structure for new device were determined. Based on these requirements, a drive based on a single micro-controller and its embedded software has been developed. The block diagram and the algorithm of operation of the device are given. Laboratory and flight tests confirmed the efficiency of the development and its compliance with the requirements.

Keywords: *flight information, flight data recorder, operational storage device (quick access recorder), the ground flight data processing systems, micro-controller, memory card, return to zero code, a binary code pulses group.*

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ НАКОПИТЕЛЬ

Н.А. Панахов, Н.Н. Калбиев

В статье представлен проект разработки малогабаритного эксплуатационного накопителя в качестве вспомогательного средства регистрации параметрической летной информации в составе бортового устройства регистрации типа "Тестер-УЗ". С этой целью были исследованы интерфейс данных этого типа устройств и существующий эксплуатационный накопитель, были определены основные требования к проектируемому накопителю для достижения упрощенной структуры. Исходя из этих требований, разработан накопитель на основе единственного микроконтроллера и его встроенное программное обеспечение. Приведены структурная схема и алгоритм работы устройства. Лабораторные и летные испытания подтвердили работоспособность разработки и ее соответствие требованиям.

Ключевые слова: *полетная информация, бортовое устройство регистрации, эксплуатационный накопитель, наземная система обработки, микроконтроллер, карта памяти, код с возвращением к нулю, группа импульсов двоичного кода (группа кодовых импульсов).*

Müəlliflər haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı Pənahov Namiq ƏliAbas oğlu
İş yeri Milli Aviasiya Akademiyası
Vəzifəsi Xüsusi Təyinatlı şöbə, rəis müavini
Maraq sahəsi avtomatika, radiotexnika, informasiya texnologiyaları, aviasiya texnikası
E-mail namigpan@gmail.com
Əlaqə telefonu (+994) 50 327-41-58

Soyadı, adı, atasının adı Kəlbəyev Namiq Nazim oğlu
İş yeri Milli Aviasiya Akademiyası
Vəzifəsi Xüsusi Təyinatlı şöbə, aparıcı proqramçı
Maraq sahəsi avtomatika, radiotexnika, informasiya texnologiyaları, aviasiya texnikası
E-mail namiq86@gmail.com
Əlaqə telefonu (+994) 55 747-73-32

Rəyçi: *t.f.d., Q.İ. Qarayev*