

Р.О. Яцків, А.Р. Бовкун, Р.В. Древенчук

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ УНІФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛІТАКІВ ТА ВЕРТОЛЬОТІВ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: Розглянуто структуру перспективної уніфікованої системи об'єктивного контролю стану літаків та вертольотів, враховуючи можливість її застосування. Запропонована структура дистанційно-передавального пристрою значно скоротить час доставки та обробки інформації, спростить рівень складності технологічних операцій з обробки польотної інформації.

Ключові слова: ЗОК, передача інформації, контроль технічного стану, системи об'єктивного контролю, модернізація, обробка інформації, СО.

Abstract: The structure of a prospective unified system for the objective monitoring of the condition of aircraft and helicopters is examined, with consideration given to its potential application. A proposed structure for a remote data transmission device will significantly reduce the time required for data delivery and processing, while simplifying the technological operations involved in processing flight information..

Keywords: Objective control systems, information transmission, technical condition monitoring, objective control systems, modernization, information processing, aircraft transponder.

Повітряні сили Збройних Сил України оснащені ефективними повітряними суднами для виконання бойових завдань. Розширення кола завдань які покладаються на авіацію Повітряних Сил обумовлює необхідність удосконалення літальних апаратів, з метою підвищення їх надійності, покращення параметрів обладнання, скорочення часу на підготовку до польоту.

Для технічної діагностики бортового обладнання повітряних суден, аналізу причин та прогнозування його технічного стану; попередження авіаційних подій та інцидентів; оцінки дій льотного складу під час польотного завдання служать бортові засоби об'єктивного контролю (ЗОК).

До систем об'єктивного контролю відносяться бортові засоби об'єктивного контролю. Це самописний прилад, який знаходиться на борту ПС для накопичування, записування та зберігання польотної інформації і є основним джерелом інформації при авіаційній події або інциденті [1].

Засоби об'єктивного контролю посідають одне із основних місць в аналізі і виявленні недоліків роботи бортового обладнання літака і дотримання вимог, щодо дотримання правил його експлуатації. Системи об'єктивного контролю майже не проходять модернізацію яка б могла покращити технічні характеристики системи, покращити робочі показники, зменшити обсяг навантаження на інженерно-технічний склад, та об'єм роботи, і затримок у підготовці літака до польоту та виконання бойового завдання. Такою проблемою являється час доставки та обробки інформації, та навантаження на інженерно-технічний склад.

Бортовий пристрій реєстрації БУР-4 призначений для запису, зберігання та відновлення інформації про політ, що дозволяє встановити причини авіаційних інцидентів, оцінити рівень пілотування авіаційного складу та перевірити технічний стан літального апарату, його систем, агрегатів і обладнання. Зібрана інформація аналізується за допомогою наземного обробного пристрою або фахівцем за допомогою ПЕОМ [2].

До складу бортового реєстратора БУР-4 входять такі елементи:

- блок збору польотної інформації БСИ-4;
- пульт установки службових параметрів ПУ-4;
- бортовий накопичувач інформації БР-4.

Для перезапису та доставки польотної інформації використовують бортовий пристрій перезапису інформації (БПИ). Основною особливістю конструкції БУР-4 є запис даних на твердотільний накопичувач БР-4Т у цифровому вигляді.

Система БУР-4 встановлюється на такі літальні апарати: Ми-2, Ми-8, Ми-24, Ан-26, Л-39.

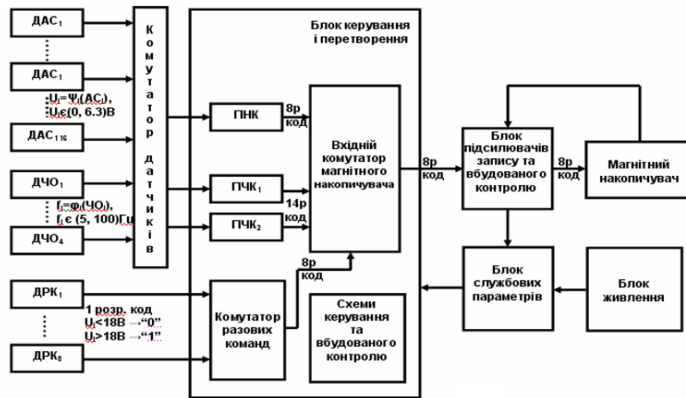


Рисунок 1.Схема системи БУР-4-1

Час, який необхідно одному спеціалісту для обслуговування кількох повітряних суден можна виразити відомою формулою $T_{\Sigma} = T_3 \cdot N + T_{\Pi} \cdot (N - 1) + T_d + T_k$, де T_{Σ} – час, витрачений для обслуговування N-ї кількості ПС, T_{Π} – час для пересування до наступного ПС. Зданої формули можна побачити що при збільшенні кількості літальних апаратів збільшується і час на доставку інформації.

Для списання польотної інформації з одного повітряного судна, працевитрати у середньому складають 0,20 люд./год.

Зі збільшенням часу на доставку інформації зростає і тривалість усунення можливих несправностей, що, у свою чергу, подовжує підготовку повітряного судна до наступного польоту.

У сучасній практиці експлуатації військової авіаційної техніки одним із найбільш критичних факторів є часовий регламент обробки польотної інформації. Існує пряма та лінійна залежність: зі збільшенням загального часу, що витрачається на доставку та зчитування польотної інформації, пропорційно зростає і тривалість циклу виявлення та подальшого усунення можливих прихованих несправностей, технічних збоїв або дефектів бортового обладнання.

З метою нівелювання зазначених ризиків та оптимізації часових параметрів логістичного ланцюжка, виникає гостра технологічна потреба в модернізації існуючих бортових та наземних комплексів. Шляхом цілеспрямованої зміни та вдосконалення деяких структурних елементів архітектури системи знімання даних стає можливим радикально скоротити час доставки та ексфільтрації інформації з бортового накопичувача типу БР-4Т на персональні електронно-обчислювальні машини (ПЕОМ) наземних комплексів дешифрування [3]. Це дозволить автоматизувати процес передачі, виключити проміжні ручні операції та забезпечити миттєвий доступ аналітиків до об'єктивних даних контролю.

Основною метою випробувань було визначення придатності дистанційно передавального пристрою для покращення та швидкості роботи особового складу.

Щоб передати інформацію з накопичувача БР-4Т, необхідно використовувати блок перезапису інформації БПІД, який розроблений на основі блоку БПІ-4 [4].

Дистанційно-передавальний пристрій повинен складатися з декількох частин:

- пристрій інформації накопичування, з якої передається інформація;
- пристрій передачі інформації на сам передавач;
- передавач;
- антена для передавача інформації.

Для копіювання інформації з повітряного судна на БПІ-4Т застосовується джгут, а перезапис інформації здійснюється шляхом під'єднання до відповідних джгутів блоку перезапису БПІ-4Т.

У межах модернізації та підвищення ефективності систем збору даних пропонується реалізувати спеціалізоване апаратне з'єднання у складі: «Блок дистанційно-передавального пристрою» — «Апаратура спряження АМ-001». Дана конфігурація виступає в якості єдиного дистанційно передавального пристрою, що забезпечує стабільну та захищену трансляцію критично важливих даних на наземні пункти обробки.

Використання пристроїв на базі літакових транспондерів для безпосередньої відправки сформованого пакета даних по радіоканалу, інтеграція в загальну схему разом із апаратурою АМ-001 дозволяє використовувати наявні бортові антено-фідерні системи, що мінімізує потребу в суттєвих конструктивних змінах планера літака та гарантує надійний зв'язок із наземними радіолокаційними станціями та системами декодування інформації.

Час, необхідний для передачі даних, $T_{\text{пер}} = \frac{V}{q}$, де q – швидкість передачі даних ДПП, буде зменшуватись в залежності від потужності та швидкості передачі даних літакового транспондера.

Варто зазначити, час на передачу 24 Мбайт даних з блоку БР-4Т за допомогою ДПП через середньостатистичний літаковий передавач складатиме 3,6 секунд, що менше значення під час доставки інформації без ДПП у майже 330 рази. Таким чином було запропоновано більш швидку структуру перспективної уніфікованої системи об'єктивного контролю стану літаків та вертольотів. За основу було взято бортовий пристрій реєстрації БУР-4, який скоротить час доставки інформації, та дозволить передавати дані під час польоту.

Порівняльна оцінка ефективності функціонування дистанційно-передавального пристрою, інтегрованого в бортові засоби реєстрації польотних даних, дасть можливість оцінити можливості скорочення часу отримання польотної інформації з повітряного судна порівняно з іншими існуючими бортовими системами і, відповідно, оцінити скорочення трудовитрат на підготовку літального апарату до повторного вильоту.

Список використаних джерел:

1. Правила інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України : наказ Міністерства оборони України від 05 лип. 2016 р. № 343. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE29231.html (дата звернення: 01.06.2025).
2. Застосування наземних пристроїв ІІ НУО-4 з програмним забезпеченням типу МСРП, БУР, ТЕСТЕР та МС-61 (П-5036) : метод. посіб. / О. Б. Уманський та ін. 2007. С. 2–4.
3. Flight test and Monitoring Recorders: web site. URL: <https://www.curtisswrightds.com/products/storage-recorders/test-recorders> (accessed: 02.06.2025)
4. Military Aerospace Electronics. Innovators Awards: web site. URL: <https://www.militaryaerospace.com/computers/article/14235412/flight-data-recorders-f-16-jet-fighter-secure-data> (accessed: 02.06.2025)-61с.

Яцків Ростислав Олександрович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач 262 навчальної групи, Харків, Україна; email: skiljoyzik@gmail.com; ORCID:

Бовкун Андрій Романович – Харківський Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, слухач 262 навчальної групи, Харків, Україна; email: andriy13bovkun@gmail.com; ORCID:

Древенчук Роман Васильович – Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба старший викладач кафедри № 203, Харків, Україна; email: mailboy2009@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8935-0923>.

Yatskiv Rostyslav Oleksandrovyh – I. Kozhedub Kharkiv National Air Force University, student in Study Group 262, Kharkiv, Ukraine email: skiljoyzik@gmail.com; ORCID:.

Bovkun Andriy Romanovich – I. Kozhedub Kharkiv National Air Force University, student in Study Group 262, Kharkiv, Ukraine email: andriy13bovkun@gmail.com; ORCID:.

Drevenchuk Roman Vasilyevich – I. Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Senior Lecturer, Department No. 203, Kharkiv, Ukraine, email: mailboy2009@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8935-0923>.