

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Авіаційні прилади та системи авіоніки»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

**за темою № 7 - Федеративна та модульна системи побудови авіоніки
повітряних суден.**

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від _____ № _____

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу
Протокол від _____ № _____

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від _____ № _____

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного
обладнання, протокол від _____ № _____

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного
обладнання, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Стуцанський Ю.В.

Рецензенти:

1. Заступник директора коледжу з навчальної та виховної роботи КЛК ХНУВС,
к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Шмельов Ю.М.
2. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної
техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.

План лекції:

1. Характеристика трьох поколінь авіоніки.
2. Принципи побудови і переваги модульної авіоніки.
3. Склад комплексу модульної авіоніки.
4. Склад блоків крейту та їх призначення.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна література:

1. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.-
2. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
3. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
4. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.

Допоміжна література:

1. Приладове обладнання та електронна автоматика літальних апаратів/ В.А. Антілаторов, М.М. Петренко, А.В. Статигін. – Х.:ХНУПС, 2017.- 172с.
2. Єдині конспекти по АіРЕО Мі-2 на цикловій комісії.
3. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-2 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
4. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 13, 14)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn2.pdf
2. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn3.pdf
3. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn1_ch2.pdf
4. http://aviadocs.net/RLE/Mi-2/CD1/RTO/Mi-2_RTO-75EP_ch2.pdf
5. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn4.pdf
6. http://www.aviadocs.net/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn1.pdf
7. http://flightcollege.com.ua/library/3_Mi_8_MTV_1_RTE%60_Kniga_4.pdf

Текст лекції

1. Характеристика трьох поколінь авіоніки.

За останні 50 років змінилося три покоління комплексів бортового обладнання. Комплекси першого покоління складалися з незалежних систем, кожна з яких містила свої власні датчики, обчислювачі, індикатори та пульти управління. Зв'язки систем один з одним були мінімальні і представляли собою радіальні з'єднання джерело-приймач.

Друге покоління мало федеративну архітектуру. Для неї характерне використання різними системами загальних ресурсів. Поділ інформаційних ресурсів досягається за рахунок об'єднання систем єдиними мультиплексними каналами обміну або іншими розгалуженими системами зв'язку. Інформація, що породжується однією системою, стає доступною для всіх інших і потреба в самостійному зборі інформації, яка вже є в іншій системі, відпадає. Таким чином здійснюється інтеграція датчиків - вони стають доступними для широкого загалу, незалежно від того, яка система ними володіє в дійсності. Поділ апаратних ресурсів проводиться за рахунок об'єднання індикаторів і пультів управління в єдині інформаційні системи, які створені в інтересах всього комплексу і індукують на своїх екранах інформацію від усіх його систем.

Крім того, в федеративній архітектурі з'явилися спеціалізовані БЦОМ, чийм завданням є тільки обробка інформації. Це, наприклад, обчислювальна система літаководіння пасажирського ЛА або тактичний комп'ютер військового літака. Такі БЦОМ отримують інформацію від сенсорів літака, різних систем, обробляють її і передають далі - в системи індикації та керуючі системи. За рахунок об'єднання ресурсів комплекси другого покоління забезпечили значний виграш у відношенні маси, габаритів і надійності, об'єднання приладів в єдині інформаційні системи дозволило значно кращий інтерфейс пілот-ЛА, а додавання спеціалізованих БЦВМ дозволило збільшити рівень автоматизації і значно розширити можливості ЛА. До теперішнього часу більшість комплексів БО має федеративну архітектуру.

Сучасне - третє - покоління бортових комплексів являє собою інтегровану модульну авіоніку. Впровадження їх на борт почалося в 1990-х роках. Нове покоління відрізняється набагато більш високою ступеню інтеграції і узагальнення ресурсів. Ідея полягає в тому, щоб не розбивати комплекс на ряд автономних систем, а побудувати його на основі єдиної обчислювальної

платформи, функції систем комплексу в цьому випадку виконують програмні додатки, що поділяють спільні обчислювальні ресурси.

Сучасне - третє покоління бортових комплексів являє собою інтегровану модульну авіоніку. Впровадження їх на борт почалося в 1990-х роках. Нове покоління відрізняється набагато більш високим ступенем інтеграції та узагальнення ресурсів. Ідея полягає в тому, щоб не розбивати комплекс на ряд автономних систем, а побудувати його на основі єдиної обчислювальної платформи, функції систем комплексу в цьому випадку виконують програмні додатки, що поділяють спільні обчислювальні ресурси.

2. Принципи побудови і переваги модульної авіоніки.

Апаратура комплексу складається з обмеженого набору функціональних модулів, за своїми розмірами вони менше звичних електронних блоків. Кожен модуль пристосований для виконання певних функцій - обчислення, зберігання даних, електроживлення і т.п. Ці функції модуль виконує не в інтересах якоїсь окремої системи, а в інтересах всіх завдань, що вирішуються в комплексі. Сам комплекс не має чітко ділених систем. Він організований у вигляді єдиної апаратної середовища, системи перетворюються в функції, реалізовані програмно в цьому середовищі. Окремі БЦОМ і обчислювачі, властиві федеративним системам, замінені загальними процесорними ресурсами, які розподіляють між собою і виконують всі прикладні програми. Така організація дозволяє оптимально використовувати обчислювальні ресурси. Прикладне ПО не залежить від типів застосовуваних процесорів, їх взаємодія будується через проміжні стандартні інтерфейси. Це дозволяє удосконалювати апаратне середовище без необхідності переробляти програмне забезпечення.

Структура комплексу зроблена гнучкою і масштабованою, це дозволяє легко адаптувати його під вимоги різних застосувань і для різних типів ЛА, а також полегшує розширення можливостей і поліпшення характеристик комплексу в майбутньому. Ця гнучкість досягається, по-перше, за рахунок модульної побудови комплексу і, по-друге, за рахунок з'єднання модулів в мережу. Функціональний модуль може бути розміщений в будь-якому місці ЛА і за рахунок швидкодіючої мережі передачі даних він пов'язаний з іншими модулями так само тісно, якщо б вони перебували в одному електронному блоці. Комплекс функціонує як локальна мережа високопродуктивних комп'ютерів. Всі дані, що формуються будь-якої функцією в складі комплексу,

глобально доступні для будь-якої іншої функції. Це дозволяє включати нові завдання і модернізувати комплекс за принципом «plug-and-play»: не зачіпаючи вже працюють функції.

Комплекси модульної авіоніки мають істотні переваги перед своїми попередниками:

- використання загальних ресурсів дозволяє зменшити масо-габаритні характеристики комплексу;
 - використання однотипних модулів полегшує технічне обслуговування;
 - зменшується вартість устаткування, так як замість різнотипних блоків, виготовлених дрібними партіями, широко тиражуються одні і ті ж модулі.
- Виграш від застосування Primus Epic оцінюється фірмою Honeywell так:
- вага і розміри зменшуються на 40%,
 - надійність збільшується на 100%,
 - вартість придбання нижча на 30%,
 - вартість використання нижче на 50%,
 - ремонтпридатність підвищилася на 60%,
 - кількість проводки зменшилася на 30%.

На літаку Hawker Horizon, де встановлюється Primus Epic, в порівнянні з Hawker 1000, де встановлювався комплекс попереднього покоління SPZ-8000, досягнута економія ваги на 45 кг, виключено 23 блоку, надійність за рахунок цього збільшилася вдвічі.

3. Склад комплексу модульної авіоніки.

На модульну авіоніку випущена група стандартів ARINC 650 - ARINC 655. Склад і структура: Модулі комплексу встановлюються в крейти (за кордоном прийнято назву cabinet) (рис.1). Типовий комплекс включає кілька крейти, їх кількість визначається складністю завдань і вимог компонування. Зазвичай крехтів в комплексі два, що дозволяє не тільки розподіляти між ними завдання, але і забезпечити резервування на випадок відмов. Модулі встановлюються в крейт через лицьову частину і можуть бути замінені в умовах експлуатації. В електронних блоках федеративної архітектури, також складаються з модулів, є що об'єднує системна плата, з якої стикуються всі модулі і через яку до них надходять сигнали з зовнішнього роз'єму блоку.



Рис. 1- Крейт модульної авіоніки

У крейті системної плати немає, всередині крейта прокладені тільки лінії електроживлення і внутрішня мережа передачі даних, а зовнішні сигнали надходять безпосередньо на роз'єм модуля, який їх використовує.

Переваги такого підходу полягають у наступному:

- зміна введення / виведення впливають тільки на цей модуль, а не передаються по ланцюжку на системну плату і задній роз'єм, як при звичайній компонованні;
- захист від електромагнітних перешкод і розряду блискавки може бути болем ефективною, тому що схема захисту може бути розміщена безпосередньо на модулі, близько до вступнику сигналу;
- техобслуговування проводки полегшено завдяки розміщенню роз'ємів в більш доступних місцях.

Модулі крейта можуть виконувати функції:

- автоматичного і діректорної управління польотом (автопілота);
- автоматичного управління тягою;
- обчислювальної системи літаководіння;
- управління общевертолётними системами;
- обчислювача-генератора символів для індикації;
- формування аварійної, попереджувальної і надсилає таке повідомлення сигналізації;
- попередження про критичних режимах ЛА;
- попередження про небезпечне наближення до землі;
- виявлення попадання в небезпечний зсув вітру;

- контролю параметрів зльоту;
- формування і видачі мовної і тональної звукової сигналізації;
- зберігання і виведення на індикацію різної довідкової інформації (карти, РЛЕ, контрольні переліки операцій та ін.), В тому числі доступ під час польоту до наземної довідкової інформації (метеорологічні служби, фірми, що займаються комп'ютерним плануванням польоту, підприємства технічного обслуговування);
- зв'язку з землею по лінії передачі даних;
- збору інформації для технічного обслуговування, в тому числі збору і локалізації відмов обладнання комплексу;
- концентрації даних від систем і датчиків ЛА для зручного використання їх іншими функціями комплексу.

Конкретний склад функцій визначається вимогами конкретного застосування комплексу, типом ЛА.

Крім крейтів до складу комплексу модульної авіоніки входять індикатори, пульти управління комплексом (або інші замінюють їх пристрої, інтегрований комплект датчиків повітряних сигналів і положення в просторі, радіозасоби зв'язку, впізнання, навігації і посадки. Ці частини комплексу конструктивно окремими від крейту, так як вони повинні встановлюватися в певних місцях ЛА і їх конструкція визначається специфікою роботи. Індикатори і пульти повинні бути встановлені в кабіні екіпажу. Інтегрований комплект чітко виконує функції системи повітряних сигналів СВС, інерційної навігаційної системи ІНС, а іноді містить також і приймач супутникової навігаційної системи. Цей комплект, укладений в окремий кожух, повинен встановлюватися поблизу від своїх чутливих елементів, винесених назовні ЛА - приймачів тиску, температури. Радіозасоби встановлюються поблизу від антен і виходячи з міркувань електромагнітної сумісності. Всі компоненти комплексу, що розміщуються окремо від крейтів, і всі основні модулі крейтів з'єднані в локальну мережу.

Вхідний інформацією для комплексу є сигнали від датчиків ЛА і його сенсорів - радіолокатора, інфрачервоної оглядової системи і ін. Вихідна інформація передається пілотам на індикатори, а від функцій автоматичного управління - на виконавчі пристрої. Наприклад, функція автопілота управляє приводами елеронів, керма напрямку і висоти.

4. Склад блоків крейту та їх призначення.

Для виконання своїх функцій крейта комплектуються модулями різних типів. Звичайно є наступний набір модулів:

- обчислювальний модуль;
- модуль пристрою, що запам'ятовує бази даних;
- модуль мережевого контролера;
- модуль графічної обробки;
- модуль концентрації сигналів;
- модуль харчування;
- модуль підтримки нормальних умов.

Обчислювальний модуль являє собою повноцінний компактний комп'ютер. Кожен з встановлюваних в крейт обчислювальних модулів, а їх може бути кілька, здатний виконувати в режимі поділу часу кілька додатків, причому додатки можуть ставитися до різних рівням критичності. Програмне забезпечення для обчислювальних модулів має два шари. Один з шарів є виконувани програми, інший шар ізолює додатки від застосовуваної обчислювальної платформи, забезпечуючи їх незалежність. Додатки виконуються не на реальній БЦОМ, а на віртуальній машині. Це дозволяє змінювати і удосконалювати апаратуру і програмне забезпечення незалежно один від одного, а також застосовувати без жодних змін раніше розроблені програми.

Модуль запам'ятовує бази даних виконує функцію електронної бібліотеки, до якої при необхідності звертаються пілоти, а також інші модулі комплексу, або може використовуватися для запису в польоті інформації для наземного технічного обслуговування.

Модуль мережевого контролера служить для зв'язку крейта з локальною мережею комплексу. Якщо в мережі використовується топологія «зірка», то даний модуль служить перемикачем, забезпечуючи повний дуплексний зв'язок компонентів мережі.

Модуль графічної обробки збирає інформацію для відображення, готує і передає в індикатори підготовлене зображення. Він також може отримувати відеосигнал від сенсорів ЛА, наприклад, від інфрачервоної оглядової системи або радіолокатора. Отримане відеозображення масштабується, на нього накладається символічна інформація і підготовлена для індикації картинка передається в індикатор.

Модуль концентрації сигналів служить для прийому тієї інформації від літакових систем і датчиків ЛА, яка надходить в комплекс з бортових

інтерфейсів різних видів, наприклад, від систем, що видають інформацію послідовним кодом по ARINC 429. Модуль перетворює цю інформацію, упаковує її і передає в мережу комплексу для використання іншими модулями. Наявність модуля концентрації сигналів дозволяє зосередити апаратуру, необхідну для прийому унікальних видів інтерфейсів, в одному місці, всім іншим модулям комплексу досить мати тільки засоби для доступу до загальної мережі, в яку модуль концентрації сигналів транслює все, що отримує. При необхідності модуль концентрації сигналів може приймати і перетворювати в цифрову форму аналогові й дискретні сигнали різного типу. З метою зменшення довжини і маси проводки концентратор сигналів може розташовуватися і поза основним крейтом - ближче до датчиків сигналів, тоді конструктивно він виконується у вигляді окремого блоку.

Модуль живлення перетворює первинна напруга борт мережі (~ 115 В або $= 27$ В) в номінали напруги, необхідні для харчування інших модулів крейту. Він може бути двоканальним. Наприклад, в комплексі Pro Line 21 модуль харчування складається з двох незалежних джерел живлення, тому відмова одного не впливає на роботу іншого. Кожен з цих джерел здатний забезпечувати електроживленням весь крейт, але в нормальному режимі, коли обидва справні, навантаження розподіляється між ними порівну, тому джерела працюють в полегшеному режимі.

Модуль підтримки нормальних умов забезпечує примусове охолодження крейта, а при дуже низькій температурі навколишнього середовища - підігрів.