

Укладачі: *І. В. Остроумов, І. М. Браун*

Рецензент *В.Ю. Ларін*

Затверджено методично-редакційною радою Національного авіаційного університету (протокол № 1/14 від 13.02.2014 р.).

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ АВІАЦІЙНИХ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ТА СИСТЕМ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Методичні рекомендації
до виконання курсової роботи
для студентів напряму підготовки 6.070102
«Аеронавігація»

Особливості побудови авіаційних радіоелектронних засобів та систем літальних апаратів: методичні рекомендації до виконання курсової роботи / уклад.: І. В. Остроумов, І. М. Браун. – К. : НАУ, 2015. – 24 с.

Методичні рекомендації пояснюють процес визначення оптимального складу бортового радіоелектронного обладнання літального апарата та розроблення структурної схеми взаємозв'язків радіоелектронного обладнання відповідно до сертифікаційних вимог.
Для студентів напряму підготовки 6.070102 «Аеронавігація».

ВСТУП

Метою курсової роботи «Розробка структурної схеми бортового радіоелектронного обладнання повітряного корабля» є закріплення теоретичних знань, набутих на лекціях та лабораторних заняттях, а також більш поглиблене вивчення навчального матеріалу з використанням літератури та технічних описів систем авіоніки, розміщених у комп'ютерній мережі Інтернет. Під час виконання курсової роботи студент повинен ознайомитись із сертифікаційними вимогами до обладнання літального апарату (ЛА) і наявними на ринку системами авіоніки, їх функціональними та технічними характеристиками.

ЗАВДАННЯ

Основним завданням курсової роботи є вибір і обґрунтування складу бортового радіоелектронного обладнання ЛА та розроблення структурної схеми взаємозв'язку бортового обладнання ЛА відповідно до нормативної документації. Вихідні дані обирають за номером варіанта з табл. 1, 2.

Таблиця 1

Вибір типу ЛА відповідно до номера варіанта завдання

Номер варіанта	Тип літального апарата
1	Надлегкий гвинтокрилий літальний апарат
2	Надлегкий літальний апарат
3	Малий повітряний корабель
4	Малий гвинтокрилий літальний апарат
5	Великий гвинтокрилий літальний апарат

Таблиця 2

Канал інформаційного обміну

Номер варіанта	Тип каналу інформаційного обміну
A	ARINC 664
B	ARINC 429
C	MIL-STD-1553B
D	ARINC 629
E	STANAG 3910
F	ASCB
G	CSCB
H	CSDB

СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота повинна містити такі структурні елементи (в послідовності їх розміщення):

- титульний аркуш;
- ЗМІСТ;
- ЗАВДАННЯ;
- ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ;
- Розділ 1. АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ;
- Розділ 2. ВИБІР ТА ОБґРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ;
- Розділ 3. ВИБІР КАНАЛІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ;
- Розділ 4. СТРУКТУРНА СХЕМА ВЗАЄМОДІЇ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ;
- Розділ 5. МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ;
- ВИСНОВКИ;
- СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ;
- додатки (у разі потреби).

ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ

Починати розробку бортового обладнання ЛА необхідно з аналізу нормативної документації, зокрема із сертифікаційних вимог, що ставляться Європейською організацією авіаційної безпеки до певного типу ЛА.

Європейська організація авіаційної безпеки (European Aviation Safety Agency – EASA) відповідає за створення всіх правил у сфері безпеки польотів та забезпечує виконання перевірок щодо відповідності діяльності, пов'язаної з цими правилами. Крім того, EASA відповідає за координацію досліджень у сфері безпеки польотів та за контроль виконання міжнародних авіаційних норм національними адміністраціями.

EASA пропонує низку сертифікаційних нормативних вимог (Certification Specifications – CS), яким має відповідати обладнання ЛА. Вимоги CS безпосередньо стосуються складу та функціонування обладнання авіоніки на борту ЛА. До кожного типу ЛА ставляться специфічні сертифікаційні вимоги, зокрема:

- надлегкий гвинтокрилий літальний апарат – CS-VLR (Very Light Rotorcraft)
- надлегкий літальний апарат – CS-VLA (Very Light Aeroplanes)
- малий повітряний корабель – CS-23 (Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes)
- малий гвинтокрилий літальний апарат – CS-27 (Small Rotorcraft)
- великий гвинтокрилий літальний апарат – CS-29 (Large Rotorcraft)

Із загальним переліком сертифікаційних вимог та з їх повним змістом можна ознайомитися на офіційному сайті EASA за покликанням: www.easa.europa.eu.

Відповідно до обраного варіанта у розд.1 необхідно проаналізувати сертифікаційні вимоги до структури бортового обладнання певного типу ЛА та визначити перелік обов'язкових систем. Слід навести основні вимоги, що ставляться до принципів побудови та функціонування обов'язкових систем авіоніки.

У розд.2 за переліком обов'язкових систем необхідно підібрати обладнання авіоніки за каталогами виробників, викладеними у мережі Інтернет. Основні виробники обладнання авіоніки та посилання на їх каталоги наведені у табл.3. Крім того, доцільним є використання загальних каталогів обладнання авіоніки: Gulf Coast Avionics (www.gulfcoastavionics.com), DAC International (www.dacint.com).

Основні виробники обладнання авіоніки

Виробник	Основні типи обладнання	Покликання
AIR Avionics	Communication, Navigation, Surveillance (CNS), ACAS	www.butterfly-avionics.com
Aspen Avionics	EFIS	www.aspenavionics.com
AVIDYNE	EFIS	www.avidyne.com
Becker Avionics	CNS	www.becker-avionics.de
Bendix/King	CNS, EFIS, Flight Controls, ACAS	www.bendixking.com
Century Flight Systems	Autopilot Flight Director Systems (AFDS)	www.centuryflight.com
CMC Electronics	CNS, EFIS	www.esterline.com
Cobham	CNS	www.cobham.com
Dynon Avionics	EFIS, AFDS	www.dynonavionics.com
Freeflight Systems	GPS/WAAS	www.freeflightsystems.com
Garmin	GNSS	www.garmin.com
Honeywell	CNS, EFIS	www.honeywell.com
L-3 Communications	Обладнання зв'язку та спостереження	www.l-3com.com
Revue Thommen AG	CNS, EFIS	www.thommen.aero
Rockwell/Collins	CNS, EFIS, ACAS, AFDS	www.rockwellcollins.com
Sandel Avionics	CNS, TAWS	www.sandel.com

Виробник	Основні типи обладнання	Покликання
Shadin Avionics	Паливні системи Системи контролю за роботою двигуна Системи повітряних сигналів	www.shadin.com
Sigma-Tek	Системи повітряних сигналів Навігаційне обладнання Обладнання контролю за двигуном	www.sigmatek.com
Telephonics	CNS Рятувально-пошукове обладнання	www.telephonics.com
Trimble	GNSS	www.trimble.com
Universal Avionics	FMS, EFIS, FDRS Обладнання зв'язку	www.uasc.com

Обираючи обладнання, що забезпечує вимоги CS, необхідно враховувати можливість його під'єднання до мережі інформаційного обміну ЛА за певним стандартом. Допускається використання двох і більше різних каналів інформаційного обміну та вибір будь-якого стандарту інформаційного обміну як основного, проте неодмінною вимогою є використання зазначеного у варіанті завдання стандарту (табл.2).

За власним бажанням дозволяється збільшувати кількість бортового обладнання за рахунок додавання систем, не вказаних

у сертифікаційних документах, для підвищення безпеки повітряного руху та комфортності пасажирів і пілотів.

Не допускається використання двох різних систем, що за своєю будовою повторюють одна одну, тобто реалізують принаймні одну однакову функцію одним і тим самим методом. Немає потреби використовувати системи з однаковими функціональними можливостями через обмеженість простору та бюджет обладнання авіоніки, проте це не стосується зарезервованих систем.

За результатами опрацювання наявного обладнання розд. 2 має містити перелік обладнання та його стислий опис. Рекомендується наводити приблизну вартість систем та обов'язково вказувати виробника з покликанням на джерело отриманої інформації.

У розд. 3 необхідно навести основні відомості про канали інформаційного обміну (основні характеристики, будову цифрового слова, структурну схему інформаційного обміну та ін.), що будуть використані для обміну інформацією між блоками авіоніки.

Цифрові канали інформаційного обміну (Digital Data Bus – DDB) забезпечують взаємодію складових систем авіоніки, підсистем, блоків, модулів між собою та з іншим обладнанням на борту ЛА.

Обираючи основний стандарт, що регламентує передавання даних, доцільно використовувати:

- ASCB (Avionics Standard Communications Bus);
- CSCB (Commercial Standard Communications Bus);
- CSDB (Commercial Standard Digital Bus);
- ARINC 429;
- ARINC 664.

Дозволяється застосовувати різні DDB для поєднання різних блоків.

Розділ 4 має містити структурну схему обладнання авіоніки ЛА, на якій необхідно вказати взаємозв'язки модулів авіоніки (назви стандартів DDB), кількість дротів та навести перелік передаваних параметрів. Крім того, усі DDB слід резервувати. Найбільш важливі DDB рекомендується резервувати тричі.

Наведені зв'язки мають відповідати можливостям блоків. У деяких випадках певне обладнання буде потребувати використання спеціалізованих DDB.

Під час розроблення структурної схеми бортового обладнання передусім необхідно визначитися з архітектурою побудови мережі DDB, використовуючи для цього одну з концепції:

- відокремлену цифрову;
- федеративну;
- інтегровану.

Слід акцентувати на потребі резервувати важливі системи ЛА. Виокремлюють п'ять критичних рівнів систем авіоніки відповідно до впливу наслідків відмови системи на виконання польоту. Кожній системі або функції властивий певний критичний рівень, проте різні компоненти однієї системи можуть мати різні рівні.

Класифікація рівнів[7,11] така:

Рівень А

Катастрофічні – відмови, що призводять до численних жертв, як правило, з втратою літака.

Рівень В

Небезпечні – відмови, що призводять до :

- значного зниження рівня безпеки або функціональних можливостей ЛА;
- фізичних страждань або надмірних навантажень на екіпаж; як результат, екіпаж не зможе забезпечити виконання завдання точно або повністю;
- важких або смертельних травм невеликої кількості пасажирів.

Рівень С

Значні відмови, що призводять до значного зменшення функціональних можливостей ЛА або знижують здатність екіпажу до подолання несприятливих умов експлуатації до такого рівня, що буде, наприклад, значне зниження запасу міцності або функціональних можливостей, збільшення робочого навантаження на екіпаж, дискомфорт для льотного екіпажу, фізичні страждання пасажирів чи екіпажу (зокрема можливі травми).

Рівень D

Незначні відмови, які не призведуть до значного зниження безпеки повітряного руху та завантаженості екіпажу. Такі відмови можуть включати, наприклад, неістотне зниження рівня безпеки або функціональних можливостей, несуттєве збільшення робочого навантаження на екіпаж (наприклад копітка робота над зміною плану польоту) або будь-який фізичний дискомфорт для пасажирів чи екіпажу.

Рівень E

Несправності, що не чинитимуть жодного впливу на безпеку, наприклад, несправність, яка не впливає на виконання польоту або збільшення робочого навантаження на екіпаж.

Обираючи обладнання, важливо звертати увагу на ризик відмови. Для спрощення завдання бортові системи ЛА, що відповідають рівням А, В і С, необхідно резервувати принаймні двічі.

За розробленою схемою взаємодії обладнання авіоніки ЛА слід побудувати спрощену комп'ютерну модель, яка зможе підтвердити достовірність запропонованих зв'язків. У розд. 5 мають бути викладені результати моделювання бортового обладнання ЛА. Важливим фактором є час затримки у процесі передачі даних. Для оцінювання часу затримки рекомендується використовувати один із програмних продуктів: MATLAB, NetCracker, OSATE (Open Source AADL Tool Environment з мовою програмування AADL (Architecture Analysis & Design Language)).

ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Результати курсової роботи оцінюються відповідно до табл.4.

Якщо студент виконав та захистив курсову роботу поза встановлений термін з неповажних причин, то максимальна рейтингова оцінка в балах, яку він може отримати за результатами захисту, дорівнює 18 (оцінці "Добре" за національною шкалою), тобто зменшується на два бали порівняно з наведеною в табл. 4 максимальною оцінкою.

Таблиця 4

Відповідність рейтингових оцінок за результати виконання та захист курсової роботи в балах оцінкам за національною шкалою

Оцінка, бали		Оцінка за національною шкалою
Захист курсової роботи	Виконання та захист курсової роботи	
9–10	19–20	Відмінно
7–8	15–18	Добре
5–6	12–14	Задовільно
Менше 5	менше 12	Незадовільно

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Харченко В.П. Авіоніка: навч. посібник / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
2. AFDX / ARINC 664 tutorial. – TechSAT GmbH, Poing, 2008. – 30 p.
3. Air Transport Association. – Режим доступу: www.airlines.org
4. ARINC 429 specification tutorial. – AIM GmbH Avionics databus solutions, 2001. – 21 p.
5. ARINC. – Режим доступу: www.arinc.com
6. Cary R. Spitzer. Digital Avionics Handbook / Cary R. Spitzer / AvioniCon, Inc. – Williamsburg, Virginia, USA, 2006. – 448p.
7. Certification Specifications for Large Aeroplanes CS-25/ Amendment 3, 19 September 2007. – EASA, 2007. – 617p.
8. Collinson R. P. G. Introduction to avionics systems/ R. P. G. Collinson. – Springer, 2003. – 492 p.
9. Eurocontrol. Requirements for civil aircraft. – Режим доступу: www.eurocontrol.int/avionics
10. European Aviation Safety Agency. – Режим доступу: www.easa.europa.eu
11. Hilderman Vance. Avionics Certification: A Complete Guide to DO-178 (software), DO-254 (hardware)/ Vance

- Hilderman, Tony Baghi. – Avionics Communications, 2007 - 235 p.
12. Ian Moir. Civil avionics systems / Ian Moir, Allan Seabridge / AIAA. – 2006. – 396p.
 13. Interface bus: avionics data buses. – Режим доступу: www.interfacebus.com/Design_Connector_Avionics.html
 14. International Air Transport Association. – Режим доступу: www.iata.org
 15. MIL-STD-1553 tutorial. – AIM GmbH Avionics databus solutions, 2002. – 82 p.
 16. Myron Kayton. Avionics navigation systems / Myron Kayton, Walter R. Fried / Wiley – Interscience, John Wiley & Sons. Inc. – New York., 1997. – 800p.
 17. Ostroumov I.V. Monitoring of private aviation flying / I.V. Ostroumov // The Fourth World Congress “Aviation in the XXII-st century” – Safety in Aviation and Space Technologies. – К. : НАУ, 2010. – Vol. 1. – P. 329–338
 18. Radio Technical Commission for Aeronautics. – Режим доступу: www.rtca.org
 19. Society of Automotive Engineers. – Режим доступу: www.sae.org

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

Вимоги до оформлення курсової роботи розроблено згідно з ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Роботу друкують на одному боці аркуша білого паперу формату А4 (210×297 мм).

Текст рекомендується набирати в текстовому редакторі з дотриманням таких вимог: шрифт – Times NewRoman; кегль – 14; інтервал – 1,5; поля: ліве – 25, праве – 15, верхнє і нижнє – 20 мм.

Абзацний відступ має бути однаковим упродовж усього тексту і дорівнювати п'яти знакам (1 см).

Рекомендований обсяг курсової роботи – від 30 до 50 с. тексту, за винятком додатків.

Кожен структурний елемент починають з нового аркуша.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки.

**Додаток А. Приклад оформлення титульного аркуша
курсової роботи**

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра аеронавігаційних систем

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни

**«Особливості побудови авіаційних радіоелектронних
засобів та систем літальних апаратів»
на тему
«Розробка структурної схеми бортового
радіоелектронного обладнання повітряного корабля»**

Виконав: _____
студент _____ групи, ІАН
__ . __ .201__ р. _____

Перевірив: _____

_____ Р.
оцінка підпис дата

Київ – 201__ р.

Навчальне видання

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ АВІАЦІЙНИХ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ТА СИСТЕМ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Методичні рекомендації
до виконання курсової роботи
для студентів напряму підготовки 6.070102
«Аеронавігація»

Укладачі:
ОСТРОУМОВ Іван Вікторович
БРАУН Ігор Михайлович

в авторській редакції
Технічний редактор
Комп'ютерна верстка

Підп. до друку 31.05.11. Формат 60x84/16. Папір офс.
Офс. друк. Ум. друк. арк. 2,79. Обл.-вид. арк. 3,0.
Тираж 100 прим. Замовлення № 118-1.

Видавець і виготовлювач
Національний авіаційний університет
03680. Київ-58, проспект Космонавта Комарова, 1.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002