

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

**Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

**з навчальної дисципліни**

**«Електрообладнання повітряних суден  
та безпілотних літальних апаратів»**

**вибіркових компонент**

**освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти**

**Електромеханіка**

**за темою – Загальні вимоги до складу систем  
електрообладнання ПС та БПЛА**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2022 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.08.2022 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 15.08.2022 № 1.

**Розробник:** к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Волканін Є.Є.

**Рецензенти:**

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

**План лекції:**

1. Вимоги до авіоніки відповідно до міжнародних вимог Європейської організації авіаційної безпеки EASA.
2. Вимоги до авіоніки відповідно до документа FAR-25.
3. Вимоги до авіоніки відповідно до ARINC.

**Рекомендована література:****Основна література:**

1. Moir I. Aircraft Systems: Mechanical, electrical, and avionics subsystems integration, Third Edition / I. Moir, A. Seabridge. – John Wiley & Sons, Ltd., 2008. – 504 p.
2. Moir I. Military Avionics Systems/ I. Moir, A. Seabridge. – John Wiley & Sons Ltd.: 2006. – 520 p.
3. Харченко В.П. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К. : НАУ, 2013. – 272 с.
4. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics - 2014

**Допоміжна література:**

1. Файбышенко, Л.А. Электрооборудование воздушных судов ГА Учебное пособие СПбГУГА 2010г СПб.
2. Коптев А.Н. Авиационное и радиоэлектронное оборудование воздушных судов гражданской авиации. В 3 кн. Кн. 1: учеб. пособие / А.Н. Коптев. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 244 с.

**Інформаційні ресурси в Інтернеті:**

1. <https://studfile.net/preview/9821689/>
2. [https://studopedia.ru/10\\_145319\\_osnovnie-parametri-sistem-elektrosnabzheniya-letatelnih-apparatov.html](https://studopedia.ru/10_145319_osnovnie-parametri-sistem-elektrosnabzheniya-letatelnih-apparatov.html)
3. [https://spbguga.ru/files/2019/ZF/MM/02.03/Electroobor\\_VS.PDF](https://spbguga.ru/files/2019/ZF/MM/02.03/Electroobor_VS.PDF)
4. <https://studfile.net/preview/7604099/page:11/>

## Текст лекції

Гарантування безпеки авіаційних перевезень можливе лише за умови гарантування надійності експлуатованої авіаційної техніки.

Виконання польоту ґрунтується на використанні великої кількості різних систем, наявних на борту ПК, і їх справність є необхідною вимогою.

Регулюванням забезпечення виконання польотів на міжнародному рівні займаються такі організації, як ICAO, Eurocontrol, EASA, FAA, ECAC та ін. Вони затверджують відповідні нормативні документи, дотримання вимог яких є необхідною умовою для забезпечення безпеки виконання польотів.

Крім того, кожна з країн на національному рівні затверджує свої регулювальні документи у сфері забезпечення польотів. Зазвичай регулювальні документи на національному рівні мають відповідати певним міжнародним вимогам.

Вимоги цих нормативних документів безпосередньо стосуються складу авіоніки, функціональних можливостей та її розміщення на борту ПК.

Основними національними документами, що регламентують функціонування та наявність певних систем авіоніки на борту ПК, є Авіаційні правила України та Норми льотної придатності.

Деякі вимоги до обладнання авіоніки випливають з інших нормативних документів, що стандартизують технічні аспекти функціонування модулів (габаритні розміри, електричні з'єднання, стандарти на DDB та багато інших). Однією з основних організацій розробників подібних стандартів є ARINC.

Розроблення систем авіоніки теж нерозривно пов'язано з дотриманням великої кількості вимог, що накладаються певними специфікаціями та регулювальними документами. Дотримання вимог цих документів є необхідною вимогою у процесі проектування та розроблення нових систем авіоніки.

Основними розробниками нормативної документації з розроблення та проектування систем авіоніки є:

- Асоціація повітряного транспорту (Air Transport Association –ATA);
- Федеральна авіаційна адміністрація (США) (Federal Aviation Authority – FAA);
- Європейська організація авіаційної безпеки (European Aviation Safety Agency – EASA);
- Радіотехнічна комісія з питань аеронавтики (Radio Technical Commission for Aeronautics – RTCA) [97];

– Асоціація конструкторів рухомих машин (Society of Automotive Engineers – SAE).

### **1. Вимоги до авіоніки відповідно до міжнародних вимог Європейської організації авіаційної безпеки EASA.**

Одним з важливих підходів до забезпечення безпеки польотів є дотримання міжнародних норм сертифікації та експлуатації авіаційної техніки. Регулюванням авіаційної інфраструктури на міжнародному рівні у європейському регіоні, починаючи з 1970 р., займалася Об'єднана авіаційна адміністрація (Joint Aviation Authorities – JAA). Діяльність JAA полягала у розробленні гармонізованих технічних вимог (загальних авіаційних вимог, Joint Aviation Requirements 9 (JAR)) та Регламенту загальних технічних стандартів (Joint Technical Standard Order – JTSO). Вплив JAA на міжнародному рівні поширювався на обслуговування, експлуатацію та ліцензування авіаційної техніки. Проте JAA не вистачало повноважень, які могли бути реалізовані тільки за наявності єдиного органу із загальними стандартами у галузі безпеки польотів, позбавленого впливу національних факторів. Крім того, необхідно було створити єдину процедуру видачі сертифікатів та дозволів, зона дії яких поширювалась б на всю територію Європи та видавалися єдиним органом. Відповідно до цього у жовтні 2003 р. була створена міжнародна організація EASA.

Європейська організація авіаційної безпеки (European Aviation Safety Agency – EASA) відповідає за створення усіх 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 розробила ряд сертифікаційних нормативних вимог (Certification Specifications – CS), яким має відповідати обладнання ПК.

Вимоги CS безпосередньо стосуються складу та функціонування обладнання авіоніки на борту ПК. Зокрема CS-25 містить сертифікаційні вимоги до ПК великих розмірів. Підпункт F цього документа безпосередньо стандартизує обладнання авіоніки й охоплює основні вимоги до складу, розміщення, монтажу, будови та експлуатації.

## **2. Вимоги до авіоніки відповідно до документа FAR-25.**

Авіаційна адміністрація FAA розробила та затвердила міжнародні норми льотної придатності літаків цивільної авіації у Регулювальних авіаційних правилах (Federal Aviation Regulations – FAR ), частині 25.

Відповідно до положення 1301 все бортове обладнання має бути встановлено у місцях, відведених для нього і виконувати всі покладені на нього функції.

Положення 1303 вказує на наявність та розміщення пілотажно-навігаційних приладів.

Обладнання, яке потрібно встановлювати таким чином, щоб їх міг бачити зі свого місця кожний пілот:

- індикатор температури зовнішнього повітря;
- годинник, що показує години, хвилини та секунди із секундною стрілкою або з цифровою індикацією;
- індикатор курсу (нестабілізований магнітний компас).

Інформація, яку потрібно надавати кожному пілоту:

- індикатор повітряної швидкості. Якщо обмеження повітряної швидкості змінюються з висотою, то показчик повинен мати індикацію граничнодопустимої повітряної швидкості, що показує зміну швидкості залежно від висоти;

- висотомір;
- варіометр (індикатор вертикальної швидкості);
- індикатор повороту гіроскопічного типу, скомбінований з індикатором повороту та крену;
- індикатор крену і тангажу;
- індикатор курсу (магнітний або немагнітний).

Обов'язковим є встановлення сигналізатора перевищень граничнодопустимої швидкості з ефективною звуковою сигналізацією. Кожному з пілотів має бути встановлений індикатор числа Маха.

Положення 1305 описує прилади контролю силової установки та їх розміщення в кабіні.

Положення 1307 вимагає встановлення двох або більше незалежних джерел енергії, системи захисту електронного обладнання, двох систем двостороннього зв'язку з пультом керування у кожного пілота (відмова однієї із систем не повинна вплинути на роботу іншої) та двох незалежних систем радіонавігації.

Положення 1329 присвячено системі автоматичного пілотування. Вона повинна бути затвердженого типу та сконструйована таким чином, щоб

автопілот міг бути швидко та надійно вимкнений пілотом таким чином, щоб він не впливав на керування літаком.

Положення 1431 стосується усього радіотехнічного та електронного устаткування. Органи керування й розміщення систем потрібно встановлювати таким чином, щоб робота будь-якого пристрою або системи не впливали на роботу інших систем авіоніки.

### **3. Вимоги до авіоніки відповідно до ARINC.**

Наявність великої кількості різних фірм виробників систем авіоніки спонукало розроблювати відповідні нормативні та рекомендаційні документи, що стандартизують авіоніку літака.

Міжнародна радіоавіаційна корпорація «Aeronautical Radio Incorporated» (ARINC) розробила серію стандартизованих документів, які мають рекомендаційний характер і охоплюють майже все бортове обладнання. Головною метою цих документів була стандартизація габаритних розмірів та приєднувальних рознімів, вхідних та вихідних електричних сигналів і розведення проводів по відповідних контактах блокових з'єднань. Така стандартизація дозволила застосовувати або замінювати в разі відмови певні системи будь-якого виробника у будь-якому аеропорту. Перелік таких документів постійно поповнюється, а самі документи постійно вдосконалюються.

Є три класи стандартів ARINC:

- 1) характеристики ARINC – визначають форму, вигляд, функції та інтерфейси систем авіоніки;
- 2) специфікації ARINC – визначають фізичну побудову або розміщення систем авіоніки;
- 3) звіти ARINC – забезпечують загальну інформацію, необхідну виробникам авіоніки, що стосується практики використання обладнання авіоніки.

Загалом усі стандарти ARINC розбиті на певні серії.

Класифікацію серій відповідно до поколінь авіоніки, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Класифікація серій стандартів відповідно до поколінь авіоніки

| Клас стандартів      | Авіоніка з використанням надшвидкісних мереж передавання даних | Цифрова авіоніка                   | Аналогова авіоніка |
|----------------------|--|------------------------------------|--------------------|
| Характеристики ARINC | ARINC серії 900  | ARINC серії 700                    | ARINC серії 500    |
| Специфікації ARINC   | ARINC серії 800  | ARINC серії 600<br>ARINC серії 400 | ARINC серії 400    |
| Звіти ARINC          | ARINC серії 800  | ARINC серії 600<br>ARINC серії 400 | ARINC серії 400    |

Перелік систем відповідно до ARINC серії 700, що характеризує цифрову авіоніку, наведено в табл. 2.

З ARINC серії 700 нерозривно пов'язані стандарти на:

- бази даних навігаційної системи ARINC-424;
- цифровий канал передавання інформації ARINC-429 та ARINC-629;
- з'єднання блоків авіоніки ARINC-600;
- з'єднання пультів та індикаторів ARINC-601;
- обладнання кабіни ARINC-628;
- електронні бібліотеки ARINC-649;
- посібник з конструювання інтегрованої модульної авіоніки ARINC-

651.



Таблиця 2. ARINC серії 700

| Назва системи авіоніки                          | Назва англійською мовою                  | Стандарт ARINC |
|---|--|----------------|
| Обчислювальна система керування польотом        | Flight Control Computer (FCC)            | ARINC-701      |
| Обчислювальна система літаководіння             | Flight Management System (FMS)           | ARINC-702      |
| Обчислювальна система керування тягою           | Thrust Management Computer (TMC)         | ARINC-703      |
| Безплатформна інерціальна система               | Inertial Reference System (IRS)          | ARINC-704      |
| Безплатформенна курсовертикаль                  | Attitude/Heading Reference System (AHRS) | ARINC-705      |
| Система повітряних сигналів                     | Air data system                          | ARINC-706      |
| Радіовисотомір                                  | Radio ALtimeter (RAL)                    | ARINC-707      |
| Бортовий метерадіолокатор                       | Weather Radar (WR)                       | ARINC-708      |
| Бортове обладнання вимірювання дальності        | Distance Measurement Equipment (DME)     | ARINC-709      |
| Інструментальна система посадки                 | Instruments Landing System (ILS)         | ARINC-710      |
| Бортовий приймач VOR                            | VHF Omni directional Random (VOR)        | ARINC-711      |
| Автоматичний радіокомпас                        | Automatic Directorial Finger (ADF)       | ARINC-712      |
| Система селективного виклику                    | SELCAL                                   | ARINC-714      |
| Підсилювач зв'язку з пасажирями                 | Communication Amplifier                  | ARINC-715      |
| Приймач-передавач високочастотного радіозв'язку | VHF transceivers communication           | ARINC-716      |

Продовження табл. 2

| Назва системи авіоніки                                      | Назва англійською мовою                                     | Стандарт ARINC         |
|---|---|------------------------|
| Бортова система збирання даних                              | Flight Data Acquisition System (FDAS)                       | ARINC-717              |
| Літаковий відповідач  | Transponder ATS type 3 mode S                               | ARINC-718              |
| Короткохвильовий радіопередатчик                            | HF communications transceiver                               | ARINC-719              |
| Система цифрового вибору частоти та режимів роботи          | Control panel radio systems                                 | ARINC-720              |
| Пасажирське обладнання                                      | Multiplexing relaxation passenger system                    | ARINC-721              |
| Система проєкційного бачення                                | Projecting vision system                                    | ARINC-722              |
| Система попередження наближення землі                       | Ground Proximity Warning System (GPWS)                      | ARINC-723              |
| Система зв'язної адресації та передавання повідомлень ARINC | ARINC Communication Addressing and Reporting System (ACARS) | ARINC-724              |
| Система електронної індикації                               | Electronic Flight Instruments System (EFIS)                 | ARINC-725              |
| Система попередження небезпечних режимів                    | Flight Warning System (FWS)                                 | ARINC-726              |
| Мікрохвильова система посадки                               | Microwave Landing System (MLS)                              | ARINC-727              |
| Бортова система охолодження                                 | Onboard refrigeration system                                | ARINC-728              |
| Система перетворення аналогових і дискретних даних          | System Data Analog Concentrator (SDAC)                      | ARINC-729              |
| Бортова система попередження зближень літаків               | Traffic Collision Avoidance System (TCAS)                   | ARINC-730<br>ARINC-735 |
| Електронний хронометр                                       | Chronometer   | ARINC-731              |
| Магнітофон, відтворення запису (пасажирське обладнання)     | Tape-recorder relaxation passenger system                   | ARINC-732              |

Закінчення табл. 2

| Назва системи авіоніки                                       | Назва англійською мовою                        | Стандарт ARINC         |
|--|--|------------------------|
| Мультиплексування даних силової установки                    | Multiplexing data of engines installation      | ARINC-733              |
| Система виявлення та локалізації відмов                      | Detecting and isolating faults system          | ARINC-734              |
| Система керування радіотехнічними засобами                   | Radio Management System (RMS)                  | ARINC-736              |
| Система маси та балансування                                 | Weight and Balance System (WBS)                | ARINC-737              |
| Сполучена система повітряних сигналів та інерціальна система | Air Data and Inertial Reference System (ADIRS) | ARINC-738              |
| Багатофункціональний блок контролю та відображення FMS       | Multifunctional Control Display Unit (MCDU)    | ARINC-739              |
| Стандартний друкувальний пристрій                            | Standard printer                               | ARINC-740<br>ARINC-744 |
| Система супутникового авіаційного зв'язку                    | Aviation Satellite Communication System (ASCS) | ARINC-741              |
| Система виявлення зсуву вітру                                | Whindshear system                              | ARINC-742              |
| Система глобальної навігації                                 | Global position system                         | ARINC-743              |
| Автоматичне залежне спостереження                            | Automatically dependent observation            | ARINC-745              |
| Салонна система зв'язку                                      | Saloon communication system                    | ARINC-746              |

Запитання для перевірки

1. Які міжнародні організації є розробниками нормативної документації із систем авіоніки?
2. Які основні вимоги до обладнання авіоніки ставить EASA?
3. Які основні вимоги до обладнання авіоніки викладені в документі FAR-25?
4. Назвіть класи стандартів ARINC.
5. Які стандарти ARINC стосуються ІМА?