

**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 – Основи побудови 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. Історичний розвиток систем авіоніки.
2. Загальні принципи побудови мікроелектронних пристроїв авіоніки.
3. Блокова структура систем авіоніки.
4. Внутрішня будова LRU.
5. Основні вимоги до блока LRU.
6. Інтегрована модульна авіоніка.
7. Класифікація систем авіоніки.

**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

### 1. Історичний розвиток систем авіоніки.

Від самого зародження авіація та електрика були нерозривно пов'язані між собою. Спрощений історичний розвиток систем авіоніки наведено у табл.1.1. Друга світова війна дала значний поштовх у розвитку радіозв'язку, радіолокації, радіонавігації та ін.

Так, наприклад, літак часів Другої світової війни В-29 був укомплектований приблизно від двох до трьох тисяч компонентів авіоніки; бомбардувальник В-52 – учасник в'єтнамської війни – містив понад 50 тис. компонентів, а надзвуковий бомбардувальник В-58 – понад 95 тис.

Системи авіоніки покликані забезпечити пілоту можливість виконувати політ з однієї точки земної поверхні до іншої безпечно і найбільш ефективно за витратами палива та часу.

Однією з основних функцій обладнання авіоніки є автоматизація процесів керування ПК, зокрема забезпечення виконання системами авіоніки усіх функцій, необхідних для належного виконання безпечного польоту з найменшою кількістю членів екіпажу. Це спонукає до невпинного розвитку та вдосконалення існуючих бортових систем ПК. Саме результатом удосконалення та розвитку існуючих систем авіоніки є скорочення членів екіпажу ПК до двох осіб: командира та першого пілота.

Завдяки інтенсивному розвитку бортових електронних систем у часи Другої світової війни та протистояння США і СРСР на рубежі 1960 рр. сформувалися основні системи авіоніки. Проте ці системи навігації, зв'язку, контролю за польотом та індикації були побудовані на основі аналогової техніки. Зазвичай кожна система складалася з величезної кількості різних блоків. Зв'язок між усіма блоками системи забезпечувався дротовим з'єднанням «точка – точка». Сигнали передавалися по них за допомогою зміни напруги чи «вмикання – розмикання» кола. Кожна із систем авіоніки займала багато місця і значно збільшувала масу ПК.

Виникнення та поширення в авіації цифрових ліній передавання даних і цифрової техніки дозволили значно зменшити розміри кожного з блоків авіоніки та розширити їх функціональні можливості. Натепер витрати на системи авіоніки становлять приблизно 60 % від вартості пасажирського літака.

Таблиця 1. Важливі дати розвитку систем авіоніки

Дата	Розвиток систем авіоніки
<b>1910</b>	Перші експерименти з радіо на борту літака та автопілотом
<b>1920</b>	Перше обладнання для знаходження напрямку на ненапрямлені радіомаяки
<b>1930</b>	Зародження радіолокації та дистанційного зондування
<b>1940</b>	Поява обладнання радіозв'язку, гіроскопа, авіагоризонту, бортових радіолокаційних станцій, інструментальних систем посадки, гіперболічних радіонавігаційних систем, літакових відповідачів
<b>1950</b>	Перехід до транзисторної техніки. Упровадження радіонавігаційної системи середньої та ближньої дії
<b>1960</b>	Використання інерціальних систем. Зародження супутникових систем навігації
<b>1970</b>	Використання цифрової авіоніки та мікрохвильової системи посадки
<b>1980</b>	Використання мікроелектронної техніки та цифрових систем контролю за польотом
<b>1990</b>	«Комп'ютерна революція». Поява інтегрованої модульної авіоніки та мікроелектромеханічних систем. Використання систем попередження небезпечних зближень літаків та електронної індикації
<b>2000</b>	Упровадження мережових технологій на борту літака та систем попередження зіткнень з наземними перешкодами
<b>2010</b>	Упровадження концепції автоматичного залежного спостереження та систем синтетичного бачення

## 2. Загальні принципи побудови мікроелектронних пристроїв авіоніки.

Побудова сучасних пристроїв та систем авіоніки нерозривно пов'язана з використанням сигналів у цифровому вигляді (рис. 1.1).

Широке застосування цифрової техніки у побудові ПК зумовлено численними перевагами порівняно з аналоговою, основними з яких є:

- можливість використання цифрової обчислювальної техніки;
- підвищення завадостійкості;
- збільшення інформаційної пропускної здатності каналів передавання даних;
- зменшення габаритних розмірів систем авіоніки та кількості дротових з'єднань.

Функціонування кожного цифрового пристрою неодмінно пов'язане з «цифровим словом», яке є аналогом реального аналогового сигналу на певному рівні дискретизації.

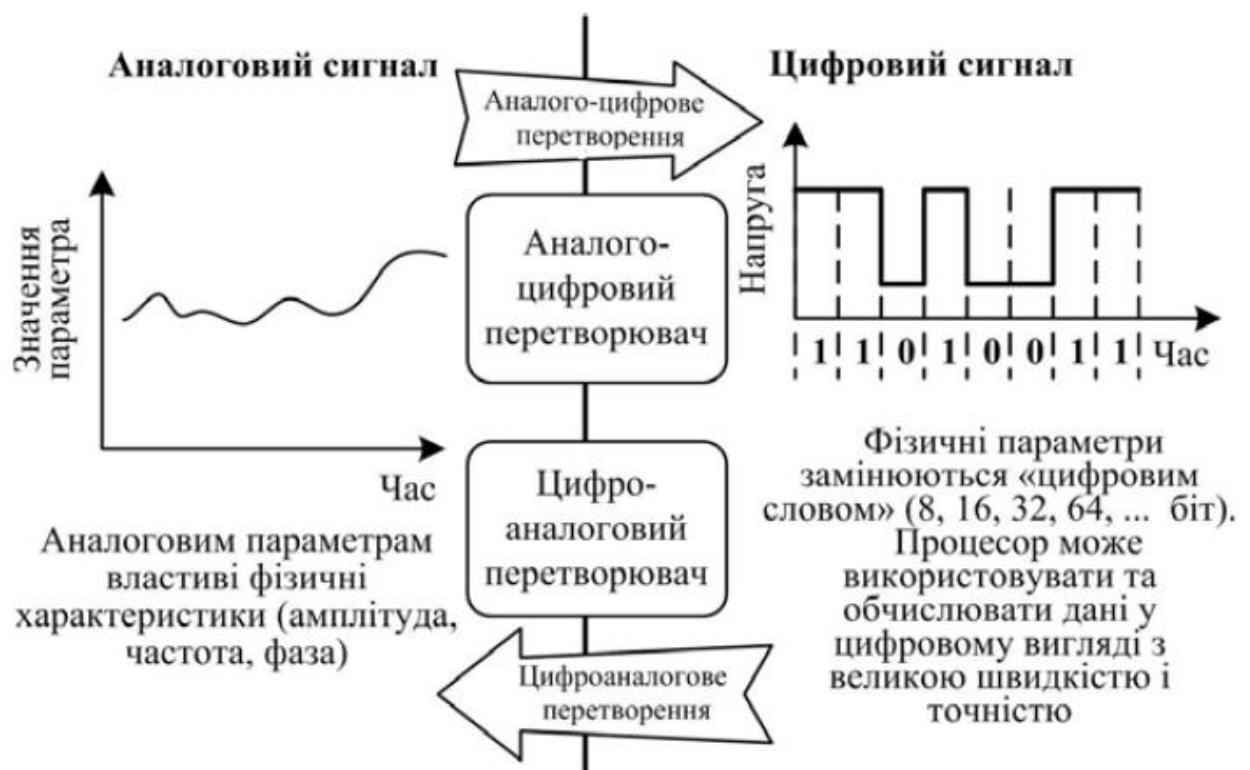


Рис. 1. Загальний принцип побудови пристроїв авіоніки

Відповідно кожен аналоговий сигнал, що надходить до комп'ютеризованого блока оброблення інформації, має бути перетворений у двійкову систему числення. Цю функцію виконує аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Він трансформує напругу сигналу, що змінюється у часі, у послідовність імпульсів типу «ввімкнено – вимкнено». Отримані імпульси відповідають як комп'ютерній логіці з її значеннями «так – ні», так

і двійковій системі числення, що дозволяє виразити будь-яке число незалежно від того, наскільки воно велике у вигляді комбінації нулів та одиниць. У цифровій техніці нулі та одиниці виражають два стани мікросхем, на яких побудовано центральний процесор, пам'ять та інші блоки.

Для того щоб подати аналоговий сигнал у цифровому вигляді, АЦП періодично вимірює значення амплітуди у вибрані моменти часу, перетворюючи виміряне значення в кожний момент у двійкове число.

Значення різних величин вимірюються за допомогою датчиків, що трансформують ці значення в потрібний сигнал. Відповідно до вихідного сигналу розрізняють цифрові та аналогові датчики.

У сучасних цифрових системах після вимірювання фізичної величини виконується аналіз похибок вимірювань з використанням математичних моделей та певних коефіцієнтів (рис. 1.2).

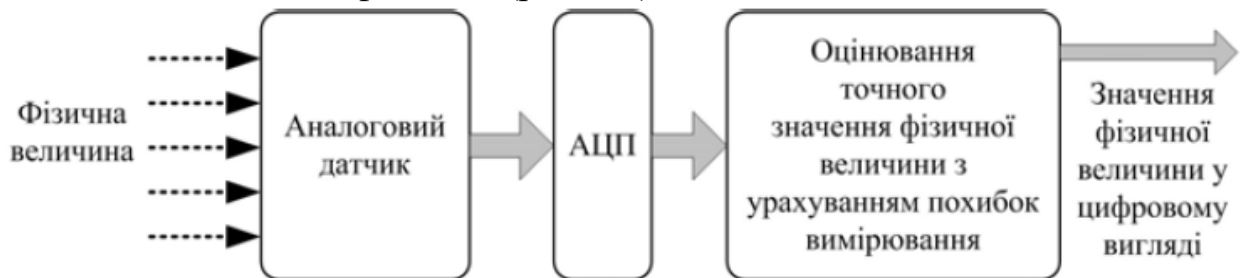


Рис. 2. Вимірювання фізичних величин у пристроях авіоніки

Після визначення значення деякої фізичної величини у цифровому вигляді до нього додається теж у двійковому вигляді адреса блока чи місця, куди необхідно направити це значення.

Цифрове значення разом з адресою утворюють «цифрове слово» (рис. 1.3). У цифровій техніці вся інформація передається у вигляді «цифрових слів» у певному форматі. Структура «цифрового слова» залежить від будови системи і типу передаваної інформації.

Структурно пристрої на борту ПК об'єднуються у системи, призначені для вирішення окремих завдань. Окремі системи можуть об'єднуватись у більші структури – комплекси. Комплекси бортового обладнання – це сукупність функціонально пов'язаних систем, датчиків, обчислювачів.

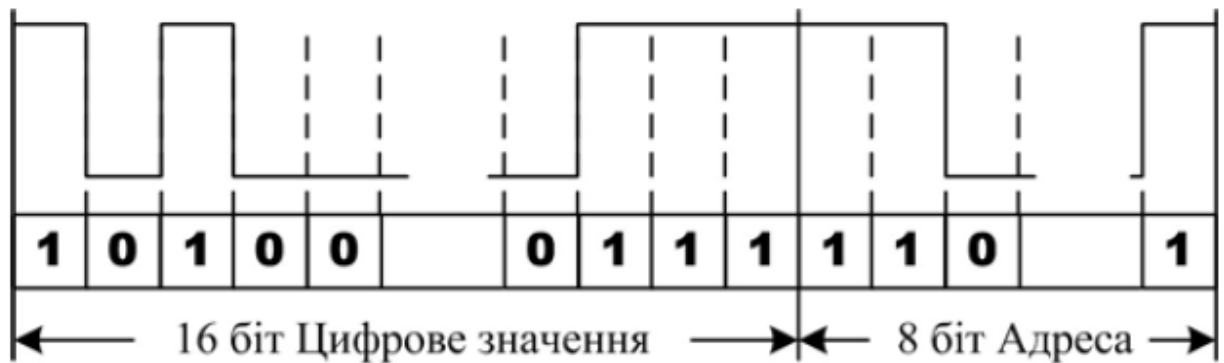


Рис. 3. Приклад «цифрового слова»

У зв'язку з обмеженістю простору основні системи авіоніки розміщуються у спеціально відведеному для них місці на ПК, а у кабіні - лише засоби відображення інформації та органи взаємодії і керування (рис. 1.4), через які пілот керує польотом та системами ПК.



Рис. 4. Взаємодія систем авіоніки

Електронна система індикації (Electronics Flight Instrument System – EFIS) групує дані від різних систем літака та відображає пілоту інформацію, необхідну в конкретний момент польоту. Через EFIS пілот може отримати інформацію від будь-якої із систем на літаку в інтелектуально простій та наочній формі. Крім того, під час польоту інформація на дисплеї EFIS автоматично змінюється залежно від фази польоту.

Інформаційний обмін між блоками та системами авіоніки відбувається за допомогою каналів інформаційного обміну (Digital Data Buses – DDB).

Перший стандарт на цифровий канал інформаційного обміну з'явився у 1974 р. (MIL-STD-1553), що спеціально був розроблений для використання у побудові військових літаків США. Приблизно у той же час авіабудівні компанії Boeing та Airbus у побудові літаків цивільної авіації почали теж застосовувати DDB (ARINC 429) для інформаційного обміну між блоками авіоніки. Навіть тепер ARINC 429 є невід'ємною складовою багатьох сучасних систем авіоніки.

Застосування цифрових каналів інформаційного обміну між блоками авіоніки дозволило зменшити кількість проводів та підвищити завадостійкість.

Для організації роботи систем авіоніки застосовується комплекс програм керування та оброблення, що утворюють певну операційну систему, яка, з одного боку, відіграє роль інтерфейсу взаємодії між пристроями обчислювальної системи та прикладними програмами, а з другого – необхідна для керування пристроями та обчислювальними процесами, ефективного розподілу обчислювальних ресурсів між обчислювальними процесами та організацією точних розрахунків.

Програмне забезпечення відіграє одну з найголовніших ролей у проектуванні та розробленні систем. Сучасна елементна база, що використовується для створення блоків, потребує використання СП іальних обчислювальних програм для коректного

функціонування.

### **3. Блокова структура систем авіоніки.**

Авіоніка сучасного літака складається з певної кількості повністю резервованих блоків (Line Replaceable Unit – LRU), що легко замінюються у випадку відмови чи потреби в модернізації.

Блокова будова дозволяє замінювати функціональні елементи систем з мінімальними затратами часу на монтаж. Кожний блок LRU має свої логічні та функціональні межі і являє собою одноблокову структуру. Модульна побудова LRU забезпечує легкий доступ до компонентів системи для їх тестування та заміни.

У випадку реєстрації відмови вбудованою системою контролю блока LRU, цей блок може бути замінений на новий в аеропорту з мінімальними затратами часу.

Розміри та будова LRU стандартизовані декількома стандартами, розробленими фірмою «Aeronautical Radio Incorporated» (ARINC):

- 1) Air Transport Radio (ATR);
- 2) Modular Concept Unit (MCU).

Розміри блока ATR описуються стандартом ARINC 404. Згідно з цим стандартом виділяються такі основні види блоків:

- 1/2 ATR;
- 3/4 ATR;
- 1 ATR;
- 1 1/2 ATR.

Кожен з цих блоків має однакову висоту 269,88 мм та залежну від серії довжину 318 мм (серії «short») чи 495,8 мм (серії «long») (рис. 1.5 і 1.6 відповідно). Крім того, кожен із цих блоків розміщується на спеціалізованій полиці, що містить стандартизовані дротові з'єднання з LRU (додаток, рис.Д1). Це дає можливість різним виробникам авіоніки розроблювати системи фіксованих розмірів та з відповідними з'єднаннями.

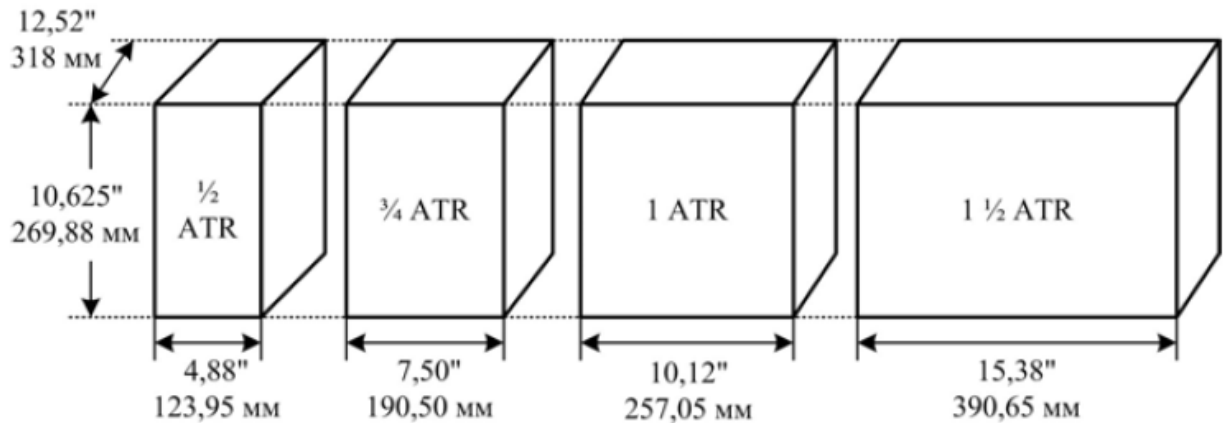


Рис. 5. Розміри ATR серії «short»

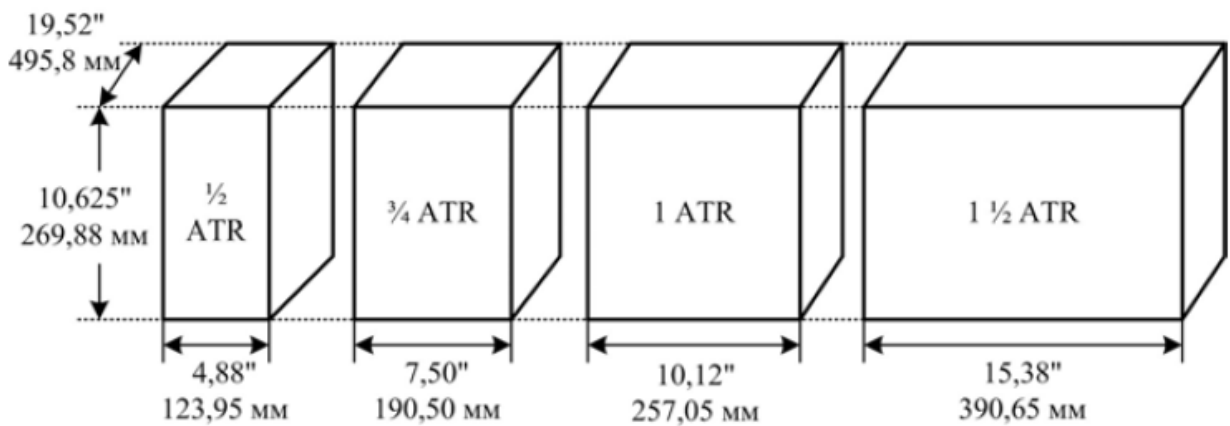


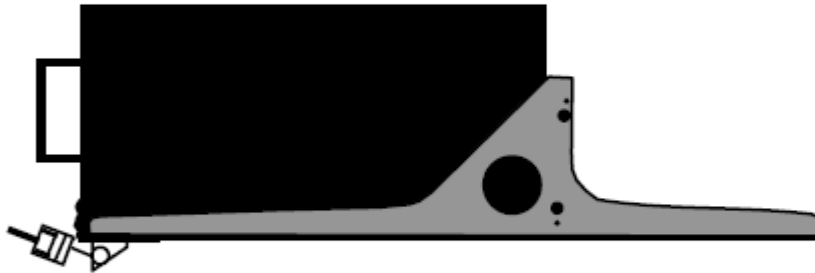
Рис. 6. Розміри ATR серії «long»

Для надання більшої гнучкості системі також розроблені варіанти кріплення модулів серії «short» у місця серії «long» (рис. 7).

Розміщення «short»/ «short»



Розміщення «short» / «long»



Розміщення «long» / «long»



Рис. 7. Варіанти розміщення ATR на різних полицях

Розвиток цифрової техніки потребував перегляду концепції ATR. Значне зменшення габаритних розмірів цифрової електроніки порівняно з аналоговою спонукало до розроблення нового стандарту на розміри та структуру LRU. Це зумовило розроблення наступного стандарту – ARINC 600, що описує MCU (рис. 8).

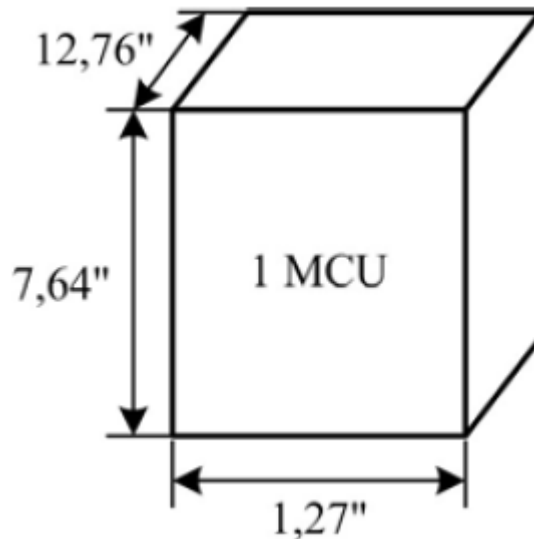


Рис. 8. Розміри 1 MCU

Відповідно до нового стандарту вісім блоків MCU за розміром приблизно еквівалентні одному блоку ATR. Розмір типової системи ПК становить 2 MCU. Проте розміри великих систем авіоніки, таких як, наприклад, системи повітряних сигналів, сягають 8 або 10 MCU. Ширину MCU розраховують за формулою  $W = (N \times 1,3) - 0,032''$ , де N – номер розміру MCU.

#### 4. Внутрішня будова LRU.

Функціональна структурна схема типового блока LRU показано на рис. 1.9. Джерело живлення конвертує напругу електричної мережі ПК 115 В змінного струму або 28 В постійного струму до понижених рівнів 5 В і 15 В постійного струму для живлення мікропроцесорної техніки.

Типовий блок LRU містить певну кількість цифрових входів та виходів для підключення до каналів інформаційного обміну з іншими системами і блоками LRU (наприклад, ARINC 429). Крім того, для зв'язку з датчиками LRU може мати певну кількість аналогових входів і виходів разом з рознімами дискретних сигналів для приймання та передавання разових команд. Обчислювальний процесор приймає дані від модулів вхідної інформації, оброблює її відповідно до закладеної в нього програми та видає результати оброблення у модулі формування вихідної інформації і заносить її у внутрішню пам'ять.

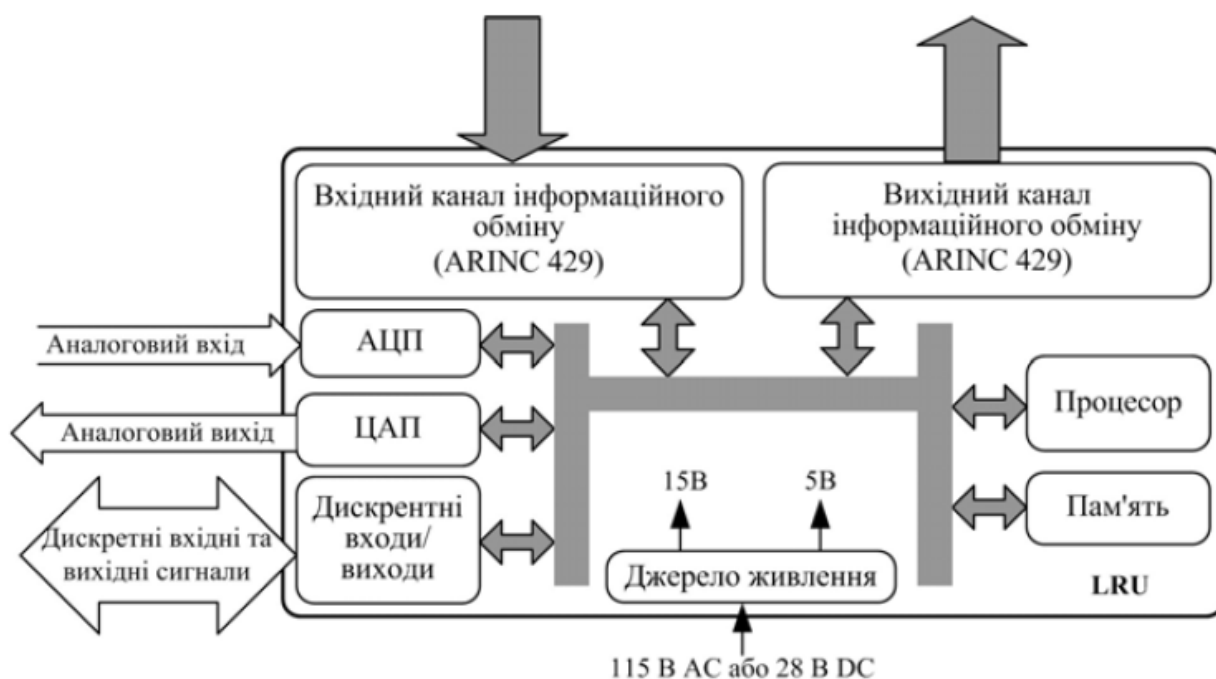


Рис. 9. Функціональна структура LRU

Кожен LRU має вбудовану систему власної діагностики, яка у випадку виявлення несправності у функціонуванні блока видає відповідну разову команду відмови. Щоб підтримувати певну температуру для зменшення нагрівання, певні блоки обладнують спеціалізованим вентиляційним обладнанням.

### 5. Основні вимоги до блока LRU.

Використання сучасної цифрової мікропроцесорної техніки для побудови систем авіоніки сприяло значному підвищенню її функціональності та мобільності. Незважаючи на це, мікропроцесорні системи дуже чутливі до змін напруги та статичної електрики. Кожен окремий LRU має бути добре захищеним від впливу цих факторів для забезпечення коректної роботи.

Велике значення під час проектування LRU надається електромагнітній сумісності (Electromagnetic Interference – EMI).

Електромагнітна сумісність – це здатність радіоелектронних пристроїв одночасно функціонувати в реальних умовах експлуатації з необхідною якістю у разі дії на них ненавмисно створених радіозавад і не створювати неприпустимих радіозавад іншим радіоелектронним пристроям та системам.

Виділяють:

- EMI LRU з радіопристроями, розмішеними не на борту літака (наприклад, наземні радіолокаційні станції та обладнання зв'язку);

– ЕМІ LRU з іншими бортовими радіопристроями і системами авіоніки та радіопристроями, якими користуються пасажери під час польоту (комп'ютери, мобільні телефони, ігрові пристрої, плеєри та інші портативні пристрої).

Крім того, LRU повинен бути захищеним від дії блискавки та різного типу фізичних впливів:

- вібрації,
- зміни температури,
- тиску повітря,
- вологості,
- диму,
- пилу,
- піску,
- плісняви,
- ударів,
- різних хімічних речовин (паливо, мастило) та ін.

## **6. Інтегрована модульна авіоніка.**

Застосування поділу радіоелектронних пристроїв авіоніки на LRU дозволяє розмішувати та створювати системи будь-якої складності, проте натеper LRU вже не відповідає потребам сучасної побудови систем. Кожна система на ПК розміщується, щонайменше в одному LRU. Кожен LRU – це певна комп'ютерна система, що потребує певної операційної системи та відповідного програмного забезпечення для функціонування. Збільшення кількості систем та підвищення їх функціональності створило передумови до перегляду концепції побудови LRU.

Інтегрована модульна авіоніка (Integrated Modular Avionics, ІМА) – це принципово нова архітектура побудови систем авіоніки заснована на дуже щільній інтеграції функцій різних систем та блоків.

Інтегрована модульна авіоніка передбачає інтеграцію на блоковому та функціональному рівнях.

Інтеграція на блоковому рівні. Передбачає використання нових модулів авіоніки (LRM), що мають ще менші габаритні розміри порівняно з LRU. Модулі авіоніки розміщуються на спеціальній полиці для LRM (Integrated Rack – ІR чи Cabinet) упритул один до одного (додаток, рис. Д3). Кожне місце, відведене для LRM, у ІR обладнано стандартизованими механічними та електричними з'єднаннями, що дозволяє різним виробникам створювати взаємозамінні системи. ІR – є універсальною полицею для LRM, оскільки на

неї може бути встановлений LRM будь-якого розміру. Крім того, немає потреби в розміщенні у кожному блоці джерела живлення, оскільки всі сучасні мікропроцесорні пристрої потребують однакової напруги живлення. Тому достатнім є використання одного блока перетворення напруги для всіх LRM, розміщених на одній полиці (рис.10). Позбавлення джерела живлення у кожному з блоків дозволяє не тільки зменшити загальну масу, а й підвищує гнучкість системи. Модулі LRM функціонально розділяються на модуль джерела живлення, обчислювач, модуль взаємодії та ін.

Інтеграція на функціональному рівні. Сучасні комп'ютерні системи дозволяють виконувати велику кількість обчислювальних функцій, що дає змогу об'єднувати різні системи в нові, які виконують функції декількох систем. Крім того, обчислювальний модуль однієї системи може виконувати обчислення для іншої; це дозволяє більш раціонально використовувати апаратні ресурси, розподіляючи обчислювальні операції між LRM.

Переваги застосування ІМА:

- значне зменшення габаритних розмірів систем авіоніки та їх загальної маси;
- більш економне витрачання енергії;
- розподіл ресурсів (один LRM джерела живлення для всієї полиці);
- стандартизовані розміри всіх блоків (висота та довжина однакові), що дозволяє не прив'язуватись до конкретного місця на полиці;
- концепція ІМА більш надійна, ніж застосування окремих LRU.

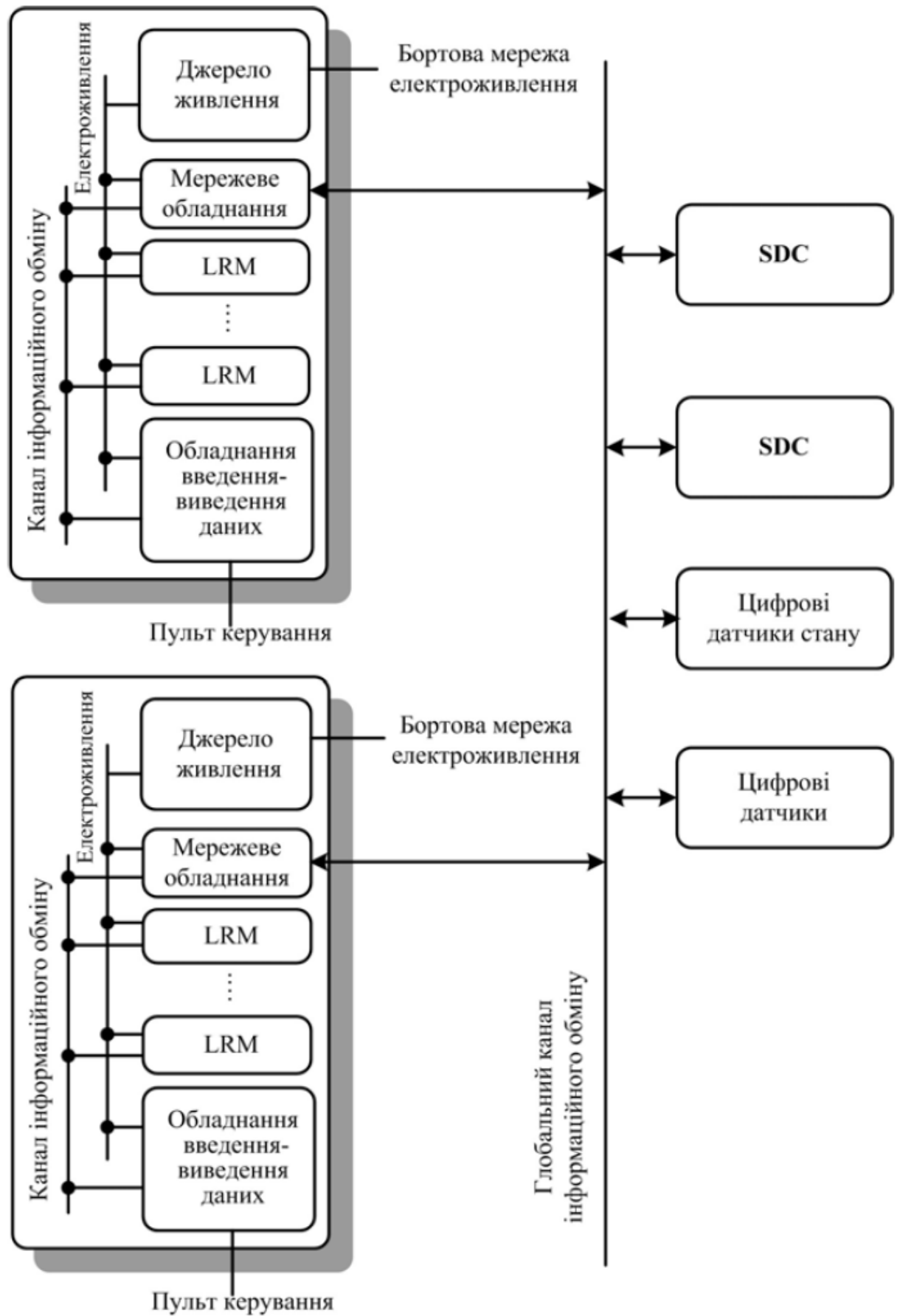


Рис. 10. Концепція ІМА

Концепція побудови ІМА може бути використана для побудови різного типу систем авіоніки та гарантувати високу надійність їх функціонування. Застосування ІМА є найкращим рішенням для розміщення великої кількості систем на одному ПК. Крім того, концепція ІМА спрямована на швидку модернізацію використовуваної техніки, що дуже важливо в умовах швидкого розвитку мікропроцесорної техніки та функціональності систем.

Під час побудови систем авіоніки за концепцією ІМА передбачається групування функцій певних та відповідних модулів у одній ІР (наприклад, обладнання зв'язку, навігації, спостереження, контролю двигуна і т. ін.) (рис. 10).

Кожна ІР містить перетворювач напруги від бортової електромережі ПК до потрібного рівня, мережеве обладнання для передавання та приймання даних через канал інформаційного обміну, обладнання введення – виведення даних, що забезпечує взаємодію з пультом керування та індикації відповідної системи і певну кількість LRM. Усі ІР об'єднуються за допомогою мережевого обладнання у глобальну мережу інформаційного обміну між LRM ПК.

Певні цифрові датчики теж можуть бути підключені до глобального каналу інформаційного обміну. Проте для отримання та аналізу інформації від датчиків застосовують спеціалізовані концентратори даних (Signal Data Concentrator, SDC), які за своєю будовою аналогічні до ІР (рис. 11). Основним завданням SDC є збирання інформації від певних датчиків, оброблення результатів вимірювань за спеціальними оцінними алгоритмами та видача оцінених параметрів через глобальний канал інформаційного обміну системам, які їх потребують.

Застосування SDC зменшує кількість дротових з'єднань та вирішує проблему розповсюдження вимірюваних даних у обладнанні авіоніки ПК. Інформація від датчиків через SDC є доступною для будь-якої системи і надається за відповідним запитом у цифровому вигляді. Важливим є використання SDC для розповсюдження дискретних сигналів таких, як разові команди справності обладнання авіоніки.

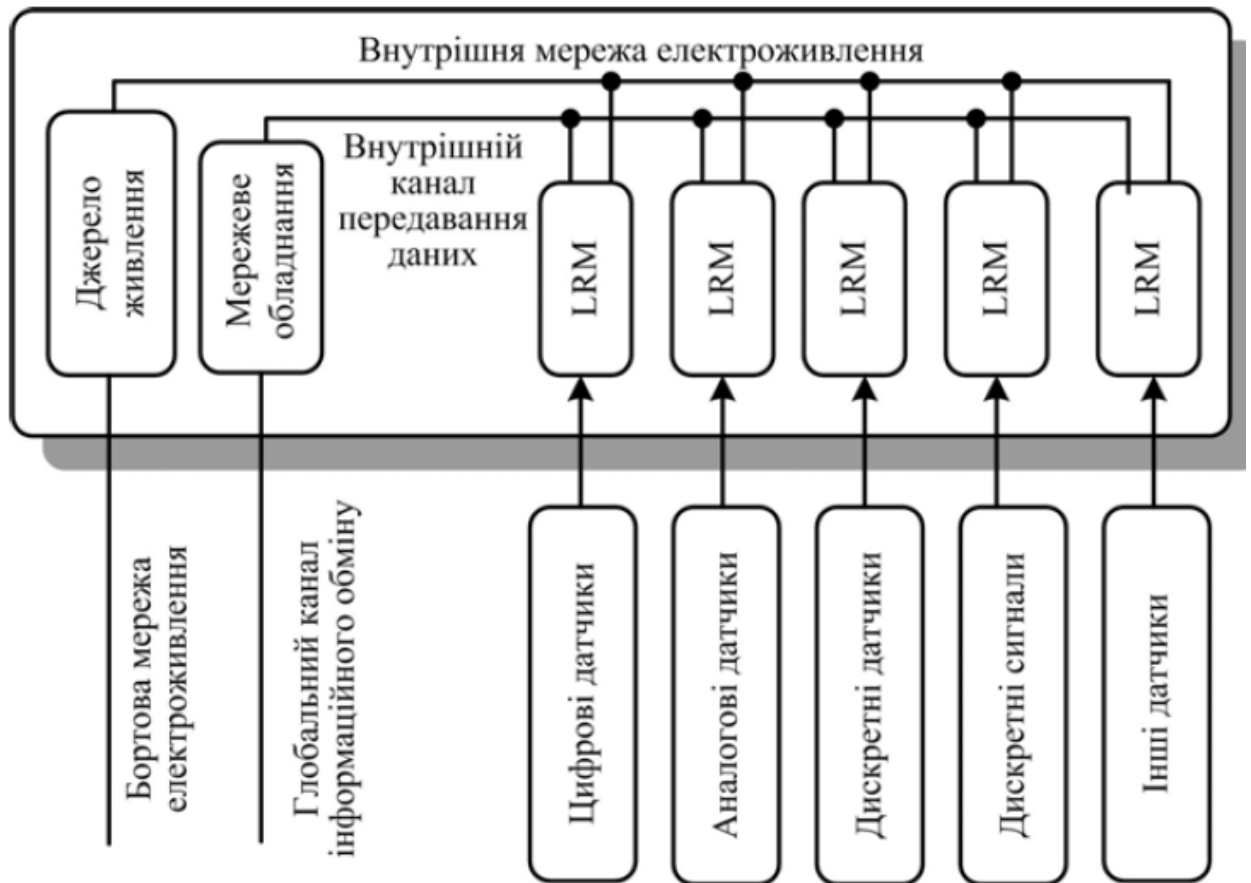


Рис. 11. Внутрішня будова SDC

## 7. Класифікація систем авіоніки.

Обладнання авіоніки сучасного ПК можна класифікувати за призначенням для:

- керуваності польоту;
- забезпечення життєдіяльності екіпажу та пасажирів;
- гарантування безпеки польотів.

За виконуваними функціями пристрої авіоніки поділяють на такі:

- датчики – це вимірювальні пристрої, що перетворюють фізичну величину в необхідний для використання сигнал (наприклад, аналоговий чи цифровий);
- індикатори – це пристрої відображення інформації прозначення певного параметра;
- прилади – засоби для вимірювання значень будь-якого параметра і забезпечення індикації результатів вимірювань або передавання виміряного значення;
- сигналізатори – пристрої, що забезпечують відображення інформації про відповідність або невідповідність параметрів необхідному значенню у вигляді звукових або візуальних повідомлень.

Для вирішення конкретних завдань та виконання певних функцій пристрої авіоніки об'єднують у системи.

Обладнання авіоніки сучасного ПК можна поділити на обладнання зв'язку, пілотажно-навігаційне обладнання, загально-літакове обладнання та системи електронної індикації.

Обладнання зв'язку:

- обладнання радіозв'язку VHF;
- обладнання радіозв'язку HF;
- обладнання аварійного радіозв'язку;
- обладнання супутникового зв'язку;
- обладнання внутрішнього зв'язку;
- обладнання пасажирського зв'язку;
- обладнання мовної реєстрації;
- аварійно-рятувальні радіомаяки.

Пілотажно-навігаційне обладнання:

Системи первинної інформації.

Неавтономні радіонавігаційні системи:

- автоматичний радіокомпас;
- система радіонавігації VOR;
- віддалемір;
- інструментальна система посадки;
- мікрохвильова система посадки;
- радіотехнічна система ближньої навігації;
- супутникова навігаційна система;
- система попередження зіткнень літаків.

Автономні радіонавігаційні системи:

- радіовисотомір;
- доплерівський вимірювач швидкості та кута зносу;
- метеонавігаційний радіолокатор.

Системи попередження небезпеки:

- система попередження наближення землі;
- система попередження критичних режимів;
- система попередження появи грози;
- система попередження зсуву вітру.

Системи автоматичного пілотування:

- обчислювальна система літаководіння;
- система автоматичного керування;
- автоматична система підвищення стійкості та керованості літака.

Апаратура керування повітряним рухом (до складу якої можна віднести різні типи літакових відповідачів).

Системи точного часу (електронний хронометр).

Загальнолітакове обладнання:

- система електроживлення;
- світлотехнічне обладнання;
- система протипожежного захисту;
- система запобігання обледенінню;
- система автоматичного регулювання тиску;
- гідросистема;
- система керування випуском шасі;
- система керування закрилками;
- паливна система;
- система автоматичного керування силовою установкою;
- бортовий пристрій реєстрації польотної інформації;
- система технічного обслуговування;
- система кондиціювання повітря;
- пасажирське обладнання.

Системи електронної індикації:

- побудовані за принципом «нерозумного» дисплея;
- побудовані за принципом «напіврозумного» дисплея;
- побудовані за інтеграційним принципом.

Запитання для перевірки

1. Наведіть визначення терміна «авіоніка».
2. Охарактеризуйте історичний розвиток обладнання авіоніки.
3. Які основні переваги застосування цифрової техніки для побудови авіоніки літака цивільної авіації?
4. Які переваги блокової структури побудови систем авіоніки?
5. Які вимоги до побудови систем авіоніки подає стандарт ATR?
6. Які вимоги ставляться до внутрішньої будови LRU?
7. Яку інтеграцію передбачає концепція інтегрованої модульної авіоніки?
8. Які основні переваги застосування інтегрованої модульної авіоніки?
9. Які основні переваги застосування цифрових датчиків порівняно з аналоговими?