

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Вступ до спеціальності (Основи авіації МВС України)»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***173 Авіоніка
(Авіоніка)***

за темою № 6 - Основи побудови систем авіоніки

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023р № 1

Розробники:

- 1. Викладач циклової комісії Авіаційного та радіоелектронного обладнання, спеціаліст вищої категорії Хебда А.С.*
- 2. Викладач циклової комісії Авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., доцент, спеціаліст вищої категорії, Юрко О.О.*

Рецензенти:

- 1. К.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Шмельов Ю.М.*
- 2. Заступник директора з ОЛР, командир авіаційного загону ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Гетьман Ю.Ю.*

План лекції:

1. Історичний розвиток систем авіоніки
2. Загальні принципи побудови мікроелектронних пристроїв авіоніки

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

Основна:

1. Савін В. С. Авіація в Україні: Нариси історії. Харків: Основа, 1995. 264 с.
2. Матвійчук А. Я., Стінянський В. Л. Електротехніка: навчально-методичний посібник. Вінниця, 2017. 270 с.
3. Харченко В. П., Остроумов І. В. Авіоніка: навч. посіб.. Київ: НАУ, 2013. 272 с.

Допоміжна:

1. Стущанський Ю. В. Комп'ютерні інтегровані системи авіоніки. Навчальний посібник. Кременчук: КЛК НАУ, 2011. 180 с.
2. Закон України «Про загальну структуру і чисельність Міністерства внутрішніх справ України».

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Офіційний сайт Портал МВС. Авіація МВС Режим доступу: <https://mvs.gov.ua/uk/ministry/aviaciya-mvs>.
2. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України. Режим доступу: <https://avia.gov.ua/>

Текст лекції

1. Історичний розвиток систем авіоніки

Термін «авіоніка» походить від двох слів «авіація» та «електроніка», що дослівно означає будь-яке електричне обладнання, що застосовується в авіаційній техніці. Проте в авіаційній літературі цей термін використовують для позначення електричного обладнання, розміщеного винятково на борту літака.

Більшість сучасних електронних словників термін «авіоніка» подають як науку і технології, що пов'язані з електронними системами та пристроями, використовуваними в авіації та космічній галузі.

Під терміном «системи авіоніки» будемо розуміти будь-які системи, розміщені на борту ПК, що залежать від електрики чи потребують її для свого функціонування.

Історичний розвиток систем авіоніки

Таблиця 1 – Важливі дати розвитку систем авіоніки

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

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.

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.

Авіоніка, тобто «авіаційна електроніка», це сукупність компонентів, систем і комплексів БО, в яких РЕА відіграє основну роль. Це необхідна ознака авіоніки. Реальна межа між цими трьома групами БО проходить не за ознакою наявності РЕА, а за функціями.

Авіонікою називають радіоелектронне обладнання літальних апаратів (ЛА), призначене для виконання керованого польоту.

Авіоніка виконує на борту ЛА наступні функції.

- 1) навігація;
- 2) спостереження навколишньої обстановки;
- 3) взаємодія зі службами управління повітряним рухом;
- 4) автоматичне управління;

- 5) відображення інформації екіпажу;
- 6) сприйняття команд екіпажу бортового обладнання;
- 7) перетворення інтерфейсів - збір і перетворення в цифрову форму електричних сигналів від датчиків;
- 8) підтримка експлуатації ЛА.

2. Загальні принципи побудови мікроелектронних пристроїв авіоніки

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

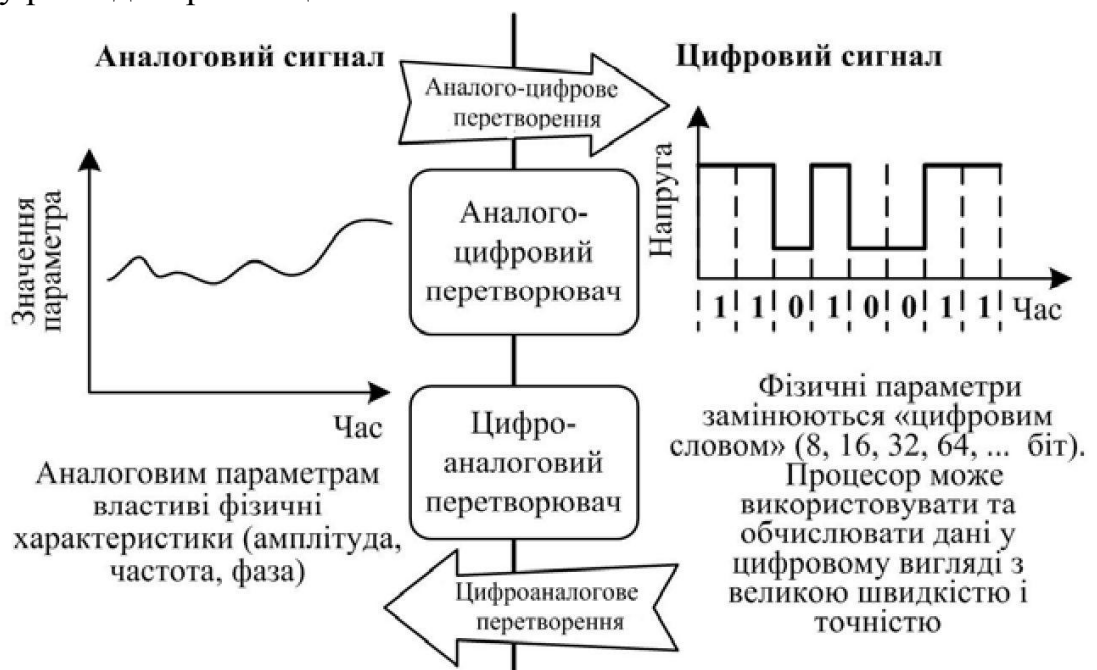


Рисунок 1 – Загальний принцип побудови пристроїв авіоніки

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. 2).

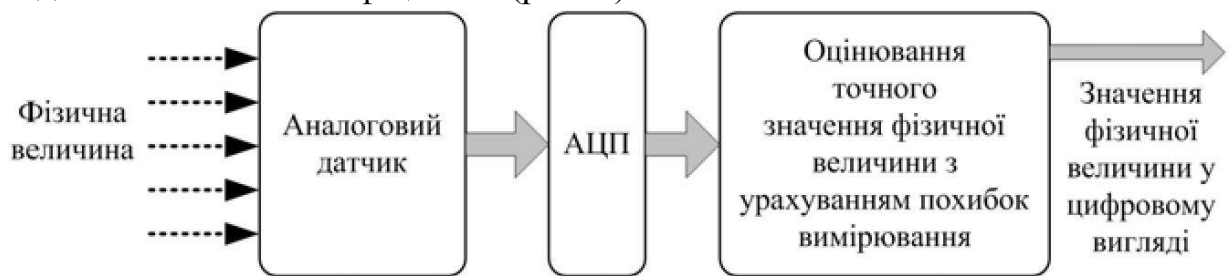


Рисунок 2 – Вимірювання фізичних величин у пристроях авіоніки

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. 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.

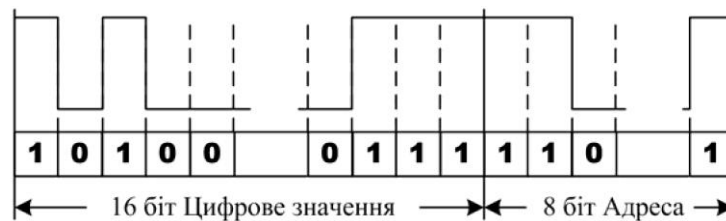


Рисунок 3 – Приклад «цифрового слова»

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. 5.4), через які пілот керує польотом та системами ПК.



Рисунок 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 спеціальних обчислювальних програм для коректного функціонування.