

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Основи авіаційної радіоелектроніки та автоматики»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Аеронавігація)***

**за темою № 1 - Історія розвитку авіаційної радіоелектроніки та
автоматики, їх роль в підвищенні безпеки і ефективності
повітряних перевезень.**

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.23 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.23 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.23 № 7

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

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

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 лекцій:

1. Поняття авіоніки . Історія розвитку авіоніки.
2. Задачі, які вирішує авіоніка.
- 3.Бортове обладнання радіоелектроніки та автоматики.
4. Загальна характеристика груп радіоелектронного обладнання.

Рекомендована література:

Основна

- 1.В.П. Харченко, І.В. Остроумов. Авіоніка. Навчальний посібник. К.: НАУ,2013.-272с.
2. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.;
3. В.О. Рогожин. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.
- 4.А.В.Скрипець.Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.;
- 5.А.П.Бамбуркін, В.Н.Неделько, М.И.Рубец. Аеронавігаційні радіотехнічні системи. Навчальний посібник/ Під.ред. М.И.Рубця — Кіровоград. Вид-во ГЛАУ, 2002.- 520с.
6. Ю.В.Стуцанський. Компютерні інтегровані системи авіоніки. Навчальний посібник. КЛК НАУ. 2011. – 182 с.

Допоміжна

1. В.П. Бабак. Безпека авіації / В. П. Бабак, В. П. Харченко, В. О. Максимов та ін. –К. : Техніка, 2004. – 584 с.;
2. Харченко В.П. Радіомаячні системи ближньої аеронавігації: навч. посіб. / В.П. Харченко, В.Г. Мелкумян, О.П. Сушич. – К. : НАУ, 2011. – 208 с.;
3. Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І. Чепіженко, А.А. Тунік, С.В. Павлова]; за ред. В.П. Харченка. – К. : ТОВ «Абрис-принт», 2012.– 464с.;
4. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 4, 5, 13, 14)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Системи індикації ПС. <https://studfiles.net/preview/6810198/page:28/>
- 2.Бортова система попередження зіткнень
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/TM058196.htm
- 3.HELLI—TAWShhttp://www.fcs-modification.com/?go=news&n=6&new_language=0

Текст лекції

1. Поняття авіоніки. Історія розвитку авіоніки

Авіація та електроніка тісно пов'язані між собою. Важко уявити сучасний літак без двигуна, як літак без електроприладів. Електричні засоби забезпечують функціонування усіх агрегатів та систем літака, навігацію, координацію польотів та контроль за всіма параметрами руху.

Будь-яке обладнання сучасного літака цивільної авіації керується та контролюється за допомогою електронних пристроїв.

Зліт, політ за маршрутом та посадка виконуються за допомогою великої кількості різних електричних систем. Електронне обладнання забезпечує функціонування всієї авіатранспортної системи.

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.

Уперше термін «авіоніка» використано на початку 1950 р. у США стосовно електронного бортового авіаційного обладнання. Аналогом терміна «авіоніка» у російськомовних виданнях радянського періоду можна вважати термін «бортове радіоелектронне обладнання повітряних кораблів». Обидва терміни використовують, на думку авторів, для позначення одного й того ж обладнання. Загалом натеper термін «авіоніка» має велику кількість визначень та застосувань. Різні словники по-різному його тлумачать. Так, наприклад, переважна 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. Таке тлумачення базується на тому, що бортове радіоелектронне обладнання космічних апаратів має багато спільного з принципами функціонування систем повітряного корабля (ПК), або є результатом удосконалення існуючих систем ПК.

Від самого зародження авіація та електрика були нерозривно пов'язані між собою. Спрощений історичний розвиток систем авіоніки наведено у табл.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.

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 мережевих технологій на борту літака та систем попередження зіткнень з наземними перешкодами
2010	Упровадження концепції автоматичного залежного спостереження та систем синтетичного бачення

2. Задачі, які вирішує авіоніка.

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.

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

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.

3. Бортове обладнання радіоелектроніки та автоматики.

Обладнання авіоніки сучасного ПК можна класифікувати за призначенням для:

- керованості 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 про значення 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.

До радіоелектронного обладнання відносяться.

1. Обладнання зв'язку.

Для виконання правильного та комфортного польоту на борту ПК використовується велика кількість різного обладнання зв'язку, яке забезпечує:

- мовний зв'язок з диспетчером обслуговування повітряного руху (ОПР) та пілотами інших ПК;
- обмін даними у цифровому вигляді між наземними засобами спостереження та системами інших ПК;
- внутрішній зв'язок між пілотами, обслуговуючим персоналом та пасажирями;
- мовний зв'язок та обмін даними між пасажирями та наземними мережами.

Наявність бортового обладнання зв'язку є обов'язковим і регулюється багатьма нормативними документами, зокрема CS-25 та FAR-25.

2. Радіонавігаційне обладнання

Радіонавігаційні системи призначені для визначення положення ПК та забезпечення точного дотримання заданої траєкторії польоту з використанням для цього радіотехнічних засобів.

Радіонавігаційні системи можна класифікувати за ступенем автономності на автономні та неавтономні. Для функціонування автономних систем достатньо бортового обладнання. Більшість автономних радіонавігаційних систем побудовані на основі радіолокаційного принципу.

Під час виконання функцій неавтономні радіонавігаційні системи взаємодіють з іншим радіотехнічним обладнанням, розміщеним зовні ПК.

До неавтономних радіонавігаційних систем належать:

- автоматичний радіокомпас;
- обладнання VOR;
- далекомір DME;
- системи посадки ILS та MLS;
- супутникова навігаційна система;
- системи попередження зіткнень ПК;

До неавтономних систем належать усі радіомаячні системи. Радіомаяки таких систем можуть розміщуватись на земній поверхні або на борту космічних апаратів.

Наземні радіомаяки призначені для водіння ПК за маршрутом польоту, для виведення на аеродром та посадки ПК. Радіомаяки розміщують на поверхні землі у поворотних пунктах маршрутів та в зоні аеродрому. Сигнали, що випромінюються або ретранслюються радіомаяком, пеленгуються обладнанням, розміщеним на борту ПК. Вимірюючи параметри сигналу, приймач визначає напрямок на радіомаяк, відстань до нього або величину відхилення від заданого напрямку.

Радіомаяки зазвичай використовують для забезпечення польоту ПК на радіомаяк або від радіомаяка. Крім того, за двома рознесеними радіомаяками можна визначити положення ПК.

Розташовані в різних точках радіомаяки працюють на різних частотах, що дозволяє налаштувати радіонавігаційну систему на конкретний радіомаяк. Крім того, радіомаяки, як правило, передають азбукою Морзе сигнали власного розпізнавання.

3. Системи автоматичного пілотування

Кожний сучасний літак являє собою складну динамічну систему. Керування польотом ПК є важливим і досить складним технічним завданням. Системи автоматичного пілотування позбавляють пілота необхідності виконувати рутинні операції, і надають йому можливість приділяти більше уваги навігації та пілотуванню.

У загальному випадку виділяють такі системи автоматичного пілотування :

- систему керування польотом;
- систему керування двигуном;
- систему автоматичного керування польотом;
- обчислювальну систему літаководіння.