

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни «Авіоніка»
вибіркових компонент
освітньо – професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти

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

за темою № 9 - Системи вторинної радіолокації

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 Стущанський 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 лекції:

1. Призначення та принцип дії відповідачів вторинної інформації (транспондерів).
2. Застосування відповідачів вторинної інформації (транспондерів).
3. Особливості експлуатації відповідачів вторинної інформації (транспондерів).

Рекомендована література:**Основна**

1. В.П. Харченко, І.В. Остроумов. Авіоніка. Навчальний посібник. К.: НАУ, 2013.-272с.
2. О.О. Чужа. 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. В.П. Харченко Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І.Чепіженко, А.А.Тунік, С.В.Павлова. – К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012. – 464 с.
5. А.В. Скрипець. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.;
6. А.П. Бамбуркін, В.Н. Неделько, М.І. Рубец. Аеронавігаційні радіотехнічні системи. Навчальний посібник/ Під.ред. М.І. Рубця — Кіровоград. Вид-во ГЛАУ, 2002.- 520с.
7. Ю.В. Стуцанський. Комп'ютерні інтегровані системи авіоніки. Навчальний посібник. КЛК НАУ. 2011. – 182 с.

Допоміжна

1. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-2 - М.: Департамент повітряного транспорту, 1996.
2. 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 — TAWS http://www.fcs-modification.com/?go=news&n=6&new_language=0

Текст лекції

1. Призначення та принцип дії відповідачів вторинної інформації (транспондерів)

Транспондери, встановлені на борту літака використовуються для ідентифікації авіадиспетчером повітряного судна. Вони відповідають на запит вторинного локатора диспетчерської служби чотиризначним кодом. Цей код попередньо видається диспетчером і виставляється пілотом судна на панелі управління транспондера. Диспетчер на моніторі локатора бачить позначку про становище повітряного судна, разом з кодом.

Головною функцією ATCRBS є приймання сигналів від наземних РЛС, комбінування інформаційного повідомлення-відповіді та передавання знову назад на обладнання РЛС.

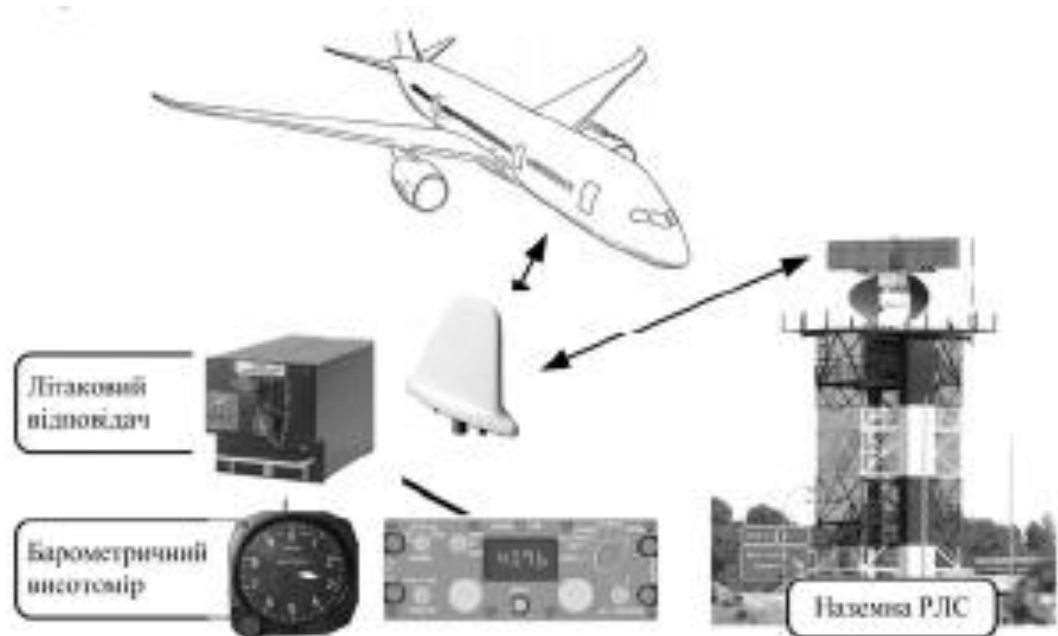


Рисунок 1- Принцип дії транспондерів

Істотною проблемою при використанні транспондерів режиму А є відсутність інформації про висоту польоту повітряного судна. Для вирішення даної ситуації був створений режим С. Він доповнює інформацію чотиризначного коду даними про барометричну висоту по стандартному тиску без корекції.

Транспондери режиму А + С іноді називають RBS. У США вони обов'язкові при польотах вище 10 000 футів і в межах 30 миль навколо великих аеропортів.

Більш інтелектуальним є транспондер режиму S. Основною його особливістю є контроль за ефіром і передача даних тільки в тому випадку, коли він вільний. Це дозволяє вирішити проблему засмічення ефіру в районі з підвищеною кількістю бортів. Ці транспондери додатково передають в ефір: бортовий номер, позивний, заводський номер транспондера, висота польоту ПК, швидкість і GPS- координати.

Транспондери режиму S бувають двох видів: ELS і EHS. ELS і EHS відрізняються набором переданих параметрів. У Європі потрібно як мінімум ELS, а у верхньому повітряному просторі і для важких літаків - EHS.

2. Застосування відповідачів вторинної інформації (транспондерів)

Відповідно до нормативної документації всі ПК мають бути обладнані літаковими відповідачами (Air Traffic Control Radar Beacon System – ATCRBS).

Відповідно до режиму функціонування виділяють ATCRBS режимів «A», «C», «S».

Сигнал-відповіді ATCRBS у режимі «A» містять лише інформацію про ідентифікаційний номер ПК. Відповіді у режимі «C» містять інформацію про барометричну висоту ПК.

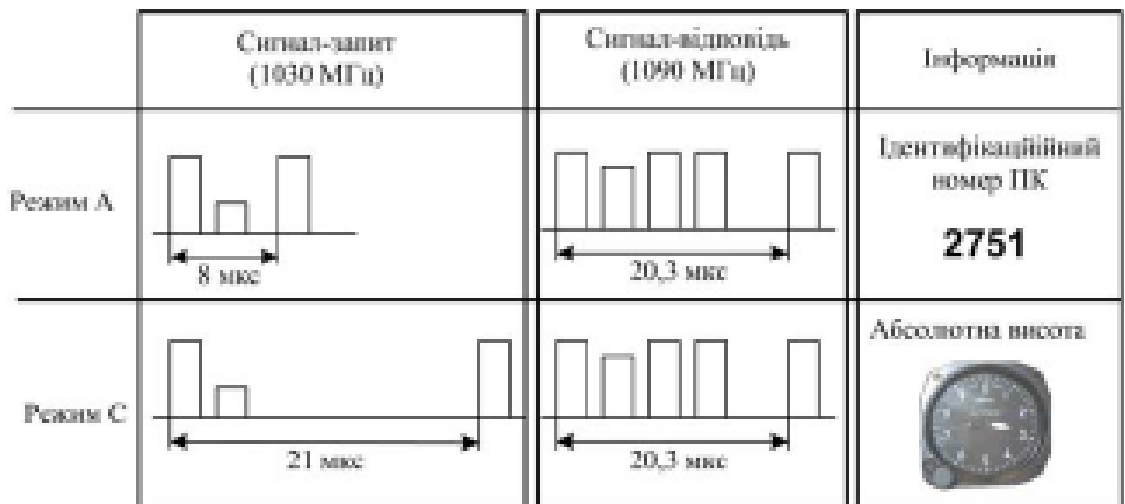


Рисунок 2- кодування режимів роботи

ATCRBS режиму «S» дозволяє передавати за допомогою сигналу-відповіді будь-яку інформацію, а також адресувати її конкретному ПК через кодовану адресу.



Рисунок 3- Взаємодія бортового обладнання

Частота роботи в передавальному режимі становить $1090 \pm 0,06$ МГц, у приймальному – 1030 МГц. Крім того, ATCRBS режиму «S» працюють з TCAS, відповідаючи на його запити. Завдяки можливості передавати дані та адреси адресату режим «S» використовується системами TCAS для взаємного обміну даними під час вибору маневрів для розв'язання конфліктної ситуації.

Однією з важливих функцій, що покладається на режим «S», є забезпечення функціонування концепції ADS-B. ATCRBS, що підтримує функцію 1090 ES через певні проміжки часу, формує та випромінює інформаційні повідомлення у певному форматі. У цих повідомленнях міститься інформація про місцезнаходження ПК, абсолютну висоту польоту, код ПК та інші дані.

Інформацію, передану в режимі 1090 ES, приймають інші ПК, обладнані відповідним обладнанням, та наземні радіоприймальні станції.

Загалом бортове обладнання ATCRBS складається з двох блоків, двох антен та пульта керування. Пульт керування зазвичай суміщається з пультом керування системою TCAS II та розміщується у кабіні ПК. Інформацію про дійсну абсолютну висоту польоту ПК ATCRBS отримує від барометричного висотоміра, а іншу інформацію – від FMS та інших систем авіоніки ПК. Для забезпечення надійності використовуються дві антени, що зазвичай розміщуються знизу ПК у носовій частині.

3. Особливості експлуатації відповідачів вторинної інформації (транспондерів)

Транспондер, здатний видавати тільки чотиризначний код - режим А

Існує кілька спеціальних кодів:

7700 - аварія або інша катастрофічна ситуація борту

7600 - втрата зв'язку

7500 - захоплення літака

У цьому випадку в диспетчерській службі автоматично включається оповіщення при відображенні на екрані радара даних кодів, звертаючи на себе увагу служби.

Наступним кроком у розвитку є пристрій TCAS, він об'єднує в собі радіолокатор і транспондер. TCAS виводить та екран бортового радіолокатора повітряного судна інформацію про оточуючих його бортах з транспондерами.

Також він здатний на основі отриманої інформації видати пілотові попередження про небезпечне зближення з іншими бортами і видати команду про те в як змінити траєкторію руху для ухилення від зіткнення. Для цього на інших бортах повинен бути встановлений транспондер як мінімум режим С.

Робоча частота для транспондерів режимів А, С, S: 1090 МГц