

**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 № 6 – Далекомірні радіонавігаційні системи DME**

**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 далекомірної системи DME.
2. Принцип дії далекомірної системи DME.
3. Функціонування далекомірної системи DME.
4. Особливості експлуатації обладнання DME - KN-63

**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. Синєглазов, 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/ Підред. М.І. Рубця — Кіровоград. Вид-во ГЛАУ, 2002.- 520с.
7. Ю.В. Стущанський. 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](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](http://www.fcs-modification.com/?go=news&n=6&new_language=0)

## Текст лекції

### 1. Призначення далекомірної системи DME.

Далекомір DME (Distance Measure Equipment – обладнання вимірювання дальності) призначений для точного визначення похилої дальності від ПК до наземної станції.

Вимірювання дальності ґрунтується на вимірюванні часу проходження радіосигналу від ПК до наземної частини обладнання і у зворотному напрямку.

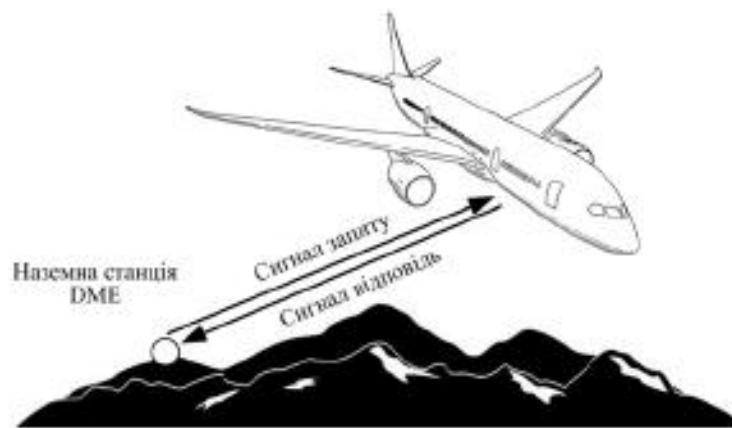


Рисунок 1- Принцип дії далекоміра

Отримання інформації про похилу дальності засноване на вимірюванні проміжку часу між моментами послівки запиту з борту повітряного судна та отримання відповіді від наземного радіомаяка, тривалість якого з урахуванням сталості швидкості поширення електромагнітних хвиль виявляється однозначно пов'язаною з відстанню між повітряним судном та радіомаяків.

### 2. Принцип дії далекомірної системи DME

Система DME складається з бортового та наземного обладнання. Бортове обладнання DME випромінює сигнали запиту на певній частоті. Приймач наземної станції приймає запитувальні сигнали і через деякий час затримки ініціює сигнал відповіді, який випромінюється через антенну систему передавача на іншій частоті. Сигнал-відповідь приймається бортовим обладнанням DME з фіксацією моменту приймання.

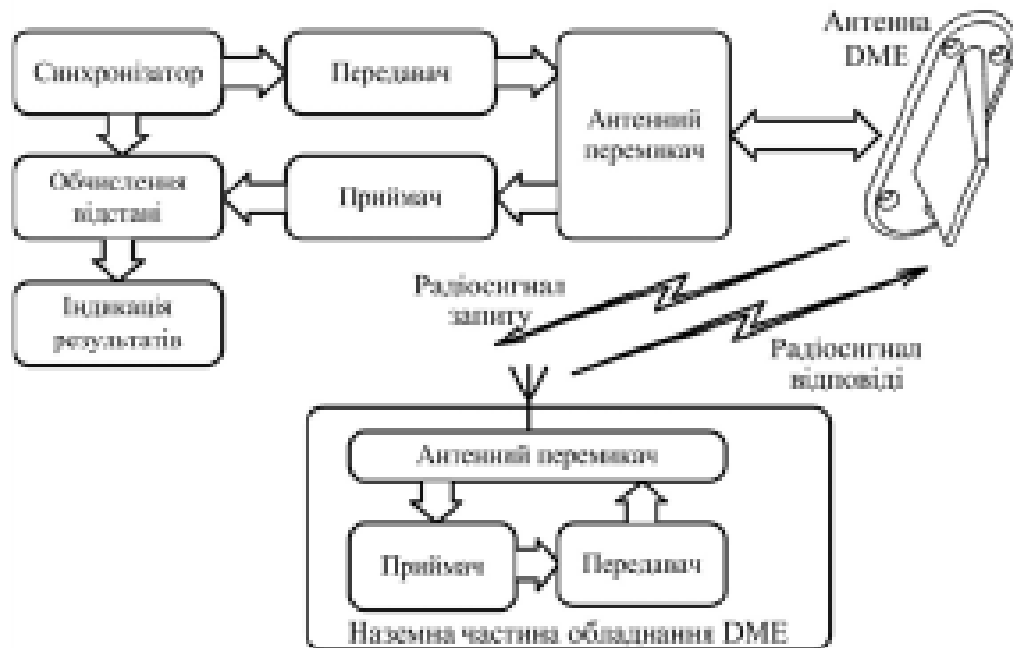


Рисунок 2- Принцип дії далекоміра

Радіомаяк випромінює кодовані пари радіоімпульсів у вигляді хаотичної імпульсної послідовності (ХІП), випромінювання яких переривається через кожні 40 с на час передачі сигналу впізнання у вигляді послілки з двох або трьох букв в коді Морзе.

Як тільки далекомір опиняється в зоні дії радіомаяка і починає приймати радіоімпульси ХІП, він автоматично переходить в режим передачі сигналів запиту дальності (ЗД), які являють собою пари радіоімпульсів з встановленим часовим інтервалом на певній частоті несучої.

Радіомаяк приймає ці сигнали ЗД і після декодування їх, затримки на фіксований(початковий) час і подальшого кодування випромінює сигнали відповіді дальності (ОД) – пари радіоімпульсів з певним інтервалом, але вже на другій несучій частоті.

При цьому на час випромінювання сигналу ОД припиняється випромінювання радіоімпульсів ХІП.

Літаковий далекомір приймає сигнали ОД, декодує їх, вимірює часовий проміжок між моментами посилки сигналу ЗД і прийому сигналу ОД і перетворює результат вимірювання часового проміжку в значення дальності.

Обчислювач DME оцінює час, за який радіосигнал повернувся назад з урахуванням часу затримки у наземній частині обладнання.

За часом проходження сигналу оцінюється відстань від ПК до наземного обладнання системи:

$$D = \frac{(t - \tau)c}{2},$$

де  $t$  – час проходження радіосигналу від бортового до наземного обладнання DME;  $\tau$  – час затримки, необхідний для відповіді наземної частини обладнання DME;  $c$  – швидкість світла.

### 3. Функціонування далекомірної системи DME.

Далекомір DME працює у діапазоні частот 960 – 1215 МГц. Дальність дії залежить від потужності відповідача. Типова дальність на трасах становить 365 км, у районах аеропортів – 95 км.

Бортове обладнання DME складається з обчислювального блока, пульта керування та антени. Стандартно на борту ПК встановлюються два комплекти обладнання; цим досягається резервування і забезпечується надійність роботи.

Два незалежні комплекти обладнання DME дозволяють вимірювати відстані до двох різних радіомаяків. За відомими відстанями та з урахуванням відомих координат наземних радіомаяків можна оцінити положення ПК.

Діапазон частот DME: 1025–1150 МГц для запитів (розбитий на 126 каналів), 962–1213 МГц для сигналів відповіді (252 канали). Частотний інтервал між каналами запиту і відповіді постійний і становить 63 МГц.

Наземне обладнання DME зазвичай розміщують разом з радіомаяками VOR. Таке розміщення дозволяє оцінити на борту ПК їх місцеположення відносно радіомаяка. Крім того, налаштування на роботу з наземною станцією DME відбувається одночасно з налаштуванням обладнання VOR.

Відстань, яку вимірює обладнання DME, називається похилою відстанню, оскільки вимірюється пряма відстань між відповідними антенами ПК та наземною станцією. Похила відстань відрізняється від геометричної, оскільки ПК перебуває на певній висоті відносно наземної станції. Оскільки для навігаційних потреб похила відстань не використовується, а необхідною є відстань між ПК та маяком уздовж земної поверхні, то виділяють похибку похилої відстані DME. Проте похила відстань не є похибкою обладнання за своєю природою.

Чим ближче ПК перебуває до наземної станції і чим вище над нею, тим більша різниця між похилою відстанню та відстанню вздовж земної поверхні. Ефективна дальність далекоміра KN63 залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішим є висота польоту НД. Іншими факторами, що впливають на ефективну дальність KN63 є положення і висота наземного передавача, вихідна потужність передавача і ступінь технічної

забезпеченості (оснащення) даної наземної станції. Вимірювана KN 63 відстань – це похила дальність (вимірювана від ЗС до зв. Станції) і її не можна плутати з фактичною, горизонтальною, дальністю. Різниця між цими величинами найменша, якщо висота маленька, а відстань велика, однак вона може варіюватися. У кожному разі, якщо дальність більше висоти в 3 рази і більше, цією похибкою можна знехтувати.

#### 4.Особливості експлуатації обладнання DME – KN-63

Призначення.

Радіодалекомір KN 63 відноситься до бортової радіосистеми ближньої навігації і призначений для визначення похилої дальності вертольота до радіомаяків системи DME.

На дисплей (індикатор KDI 572) радіодалекоміра, окрім інформації про похилу дальності, виводиться також наступна інформація:

- Шляхова швидкість вертольота;
- Час польоту вертольота до радіомаяка.

Комплект і розміщення на вертольоті. Рис 156.

- Блок KN 63, - на етажерці за другим пілотом;
- Індикатор KDI 572, на центральному пульті;
- Антена КА-60, - під фюзеляжем шп. 2н-3н справа.



Рисунок 3 – Склад обладнання

Основні ТТХ.

KN 63 - це 200 - каналний радіодалекомір, відповідний стандартам FAA TS0 з 66 А. Використовується твердотільний передавач і газорозрядний дисплей.

- Номінальна імпульсна потужність передавача ----- 100 Вт.
- Чутливість приймача, номінальна ----- 87 Дб.
- Похибки показань:
- 1.Дальності:
- 0,1 М. милі при дальності від 0 до 99 м. милі,

- 1 м. миля при дальності від 100 до 389 м. миль;
- 2. Шляхової швидкості - 0,5 морського вузла;
- 3. Часу - 1 хв в діапазоні від 0 до 99 хв.

ПРИМІТКА: Індикатор показує 99 хв, навіть якщо розрахунковий час до радіомаяка перевищує 99 хв.

Електроживлення і захист.

Живлення радіодалекоміра здійснюється від б / мережі +27 В, акумуляторної шини 2 каналу через автомат захисту мережі АЗСГК - 5 " DME " на правій панелі АЗС. Рекомендується подавати живлення на KN63 тільки після запуску двигуна, тому це підвищує надійність твердотільних схем.

Управління.

На передній панелі KDI 572 розташовані наступні органи управління та індикації, рис 157.

Перемикач режимів на лицьовій панелі KDI 572, має чотири положення:

- OFF (виключено);
- № 1, в положенні № 1 далекомір каналізується від блоку KN-53 № 1;
- HLD (захоплення), в положенні HLD (Hold) далекомір каналізований на останню обрану частоту NAV1 (KN 53 № 1) або NAV2 (KN 53 № 2);
- № 2. в положенні № 2 далекомір каналізується від блоку KN -53 № 2 (якщо встановлюється);

Індикатор KDI 572, одночасно показують дальність до р / м ДМЕ, швидкість і час польоту до р / м ДМЕ. Крім того на дисплеї в режимі № 1 з'являється "1", а в режимі № 2 - "2", щоб на індикаторі був видно джерело каналізування. У режимі Hold (захоплення), на індикатора горить " 1Н " або " 2Н " - також для того щоб показати джерело, яке утримується. На індикаторах з'явиться " RNV " якщо показуються відстань, швидкість і час до станції отримані з будь-якої системи зональної навігації.

Коли KN63 знаходиться в режимі пошуку, замість дальності швидкості і часу до станції на дисплеї з'являються тире (-).

Індикатор має пристрої автоматичного регулювання яскравості залежно від умов освітленості в кабіні. Регулювання контролюється фотоелементом, змонтованим за передньою панеллю під дисплеєм.