

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ
Циклова комісія аеронавігації**

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «НАВІГАЦІЯ «РАДІОНАВІГАЦІЯ»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Аеронавігація

за темою №2.4 – «Наземний локатор»

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

СХВАЛЕНО

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

ПОГОДЖЕНО

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

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного транспорту
протокол від _____ № _____

Розробник: викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст вищої категорії, викладач – Журід В.І.

Рецензенти:

1. Професор циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, викладач-методист Тягній В.Г.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекції.

1. Задачі вертольотоводіння, які розв'язуються за допомогою наземних РЛС.
2. Визначення місця вертольота та шляхової швидкості.
3. Контроль та виправлення шляху по напрямку при польоті на РЛС та від РЛС.

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

Основна література:

1. Чорний М.А. Повітряна навігація Кіровоград, 2004, 432 с.
2. Марков В.І. Аеронавігаційне забезпечення польотів на міжнародних повітряних лініях. Кіровоград, 2004, 320 с.
3. Луцький Ю.С Конспект лекцій з повітряної навігації.Кременчук,1994 142 с.
4. Луцький Ю.С. Повітряна навігація. Кременчук, 2001, 128 с.

Допоміжна література:

1. Лопатніков Ю.І. Застосування навігаційного комплексу вертольота Мі-26, Кременчук, 1995, 100 с.
2. Старков Н.В. Застосування навігаційного комплексу вертольота Мі-8МТВ. Кременчук, 1996, 158 с.
3. Миронович М.В. Льотна експлуатація навігаційного обладнання вертольота Ка-32. Кременчук, 2002, 85 с.
4. Положення про використання польотного простору України.
5. Правила польотів ПС в повітряному просторі України.
6. Наказ Мінтранспорту України № 283 від 16.04.2003 р.
7. Наказ Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації № 295 від 28.04.2005

Інформаційні ресурси в Інтернеті

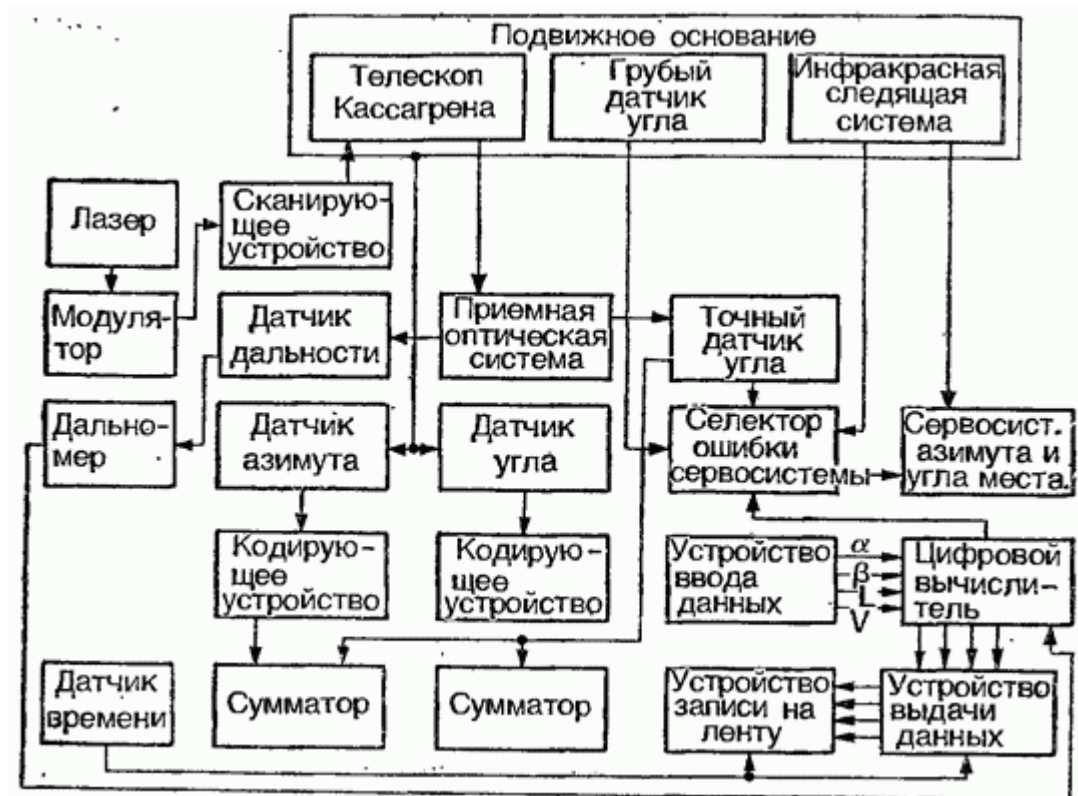
1. uksatse.ua
2. youcontrol.com.ua
2. youcontrol.com.ua

Наземні локатори

Як повідомляє преса, за кордоном розробляється ряд стаціонарних лазерних локаторів. Ці локатори призначені для стеження за ракетами на початковому етапі польоту, а також для стеження за літаками і супутниками. Велике значення надається лазерному локатору, включеному в систему ПРО і ПКО. За проектом американської системи саме оптичний локатор забезпечує видачу точних координат головної частини або супутника в систему лазерного ураження цілі.

Функціональна схема лазерного локатора типу «ОПДАР» представлена, на рис. 44. Він призначений для стеження за ракетами на активній ділянці їх польоту. Тактичні вимоги визначають незначну дальність дії локатора, тому на ньому встановлений газовий лазер, що працює на гелій-неоновій суміші, що випромінює електромагнітну енергію на хвилі 0,6328 мкм при вихідній потужності всього не більше 0,01 Вт. Лазер працює в безперервному режимі, але його випромінювання модулюється з частотою 100 МГц. Передає оптична система зібрана з оптичних елементів за схемою Кассагрена, що забезпечує дуже незначну ширину розходження променя. Локатор монтується на підставі, щодо якого він може за допомогою системи, що стежить встановлюватися в потрібному напрямку з високою точністю. Система управляється сигналами, які надходять через кодує пристрій. Розрядність коду становить 21 одиницю двійкової інформації, що дозволяє встановлювати локатор у потрібному напрямку з точністю близько однієї кутової секунди. Приймальна оптична система має діаметр вхідні лінзи 300 мм. У ній встановлено інтерференційний фільтр, призначений для

придушення фонових перешкод, а також пристрій, що забезпечує фазовий детектування відображених ракетою сигналів.



У зв'язку з тим, що локатор працює по своїх об'єктах, то з метою збільшення відбивної здатності ракети на неї встановлюється дзеркальний кутовий відбивач, який представляє собою систему з п'яти рефлекторів, які забезпечують розподіл впала на них світлової енергії таким чином, що основна її частина йде в сторону лазерного локатора. Це підвищує ефективність відбивної здатності ракети (ефективну площу відображення мети) в тисячі разів.

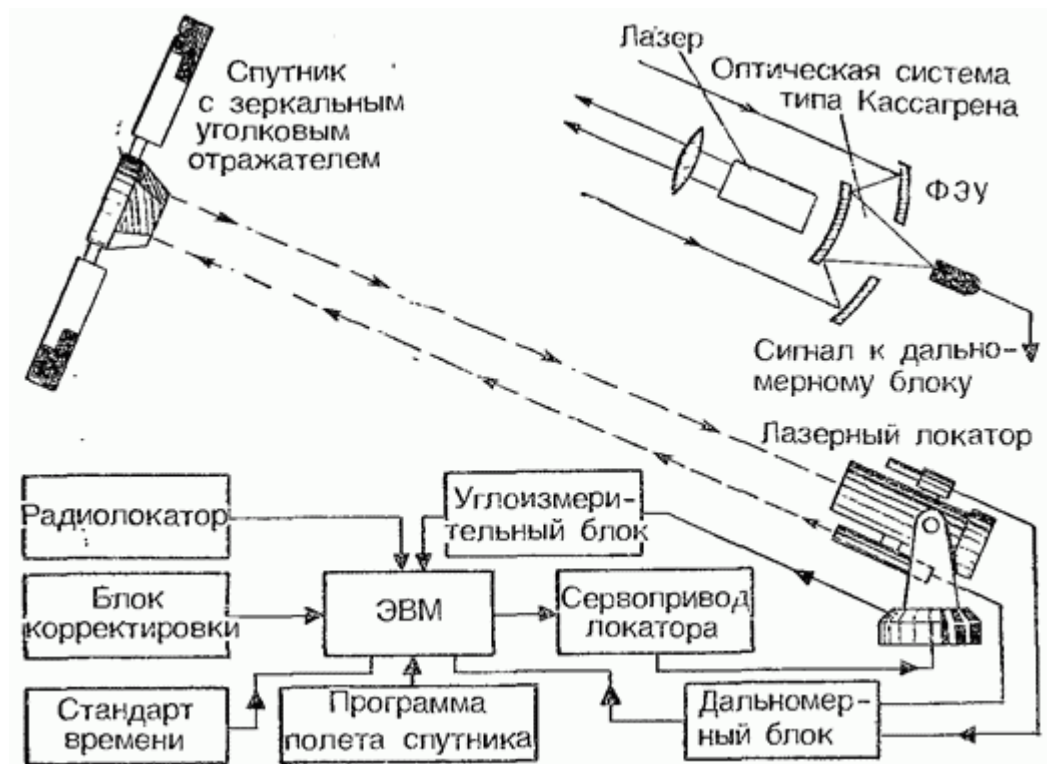
З розгляду видно, що локатор має три пристрої спостереження по кутах: точний і грубий датчики по кутах і ще інфрачервону стежить систему. Технічні дані першого датчика визначаються в основному оптичними характеристиками приймально-передавальної системи. А так як діаметр входної оптичної системи дорівнює 300 мм і фокусна відстань дорівнює 2000 м, то це

забезпечує кутову роздільну здатність 80 кутових секунд. Скануючий пристрій має смугу пропускання 100 Гц. Другий датчик має оптичну систему з діаметром 150 мм і менше фокусна відстань. Це дає роздільну здатність

по: кутку всього 200 кутових секунд, т. е. забезпечує меншу точність, ніж перший. Як приймачів випромінювання обидва канали оснащені фотоумножувачами, найбільш чутливими елементами з наявних. Перед приймачем випромінювання розташовується інтерференційний фільтр з смугою пропускання всього в 1,5 ангстрема. Це різко знижує частку приходить випромінювання від фону. Смуга пропускання узгоджена з довжиною хвилі випромінювання лазера, чим забезпечується проходження на приймач тільки свого лазерного випромінювання. Дані інфрачервоного датчика наступні: діаметр оптичної системи кут поля зору - 4 градуси, фокусна відстань - 100 мм, приймач випромінювання - сірчано-свинцевий фотоелемент.

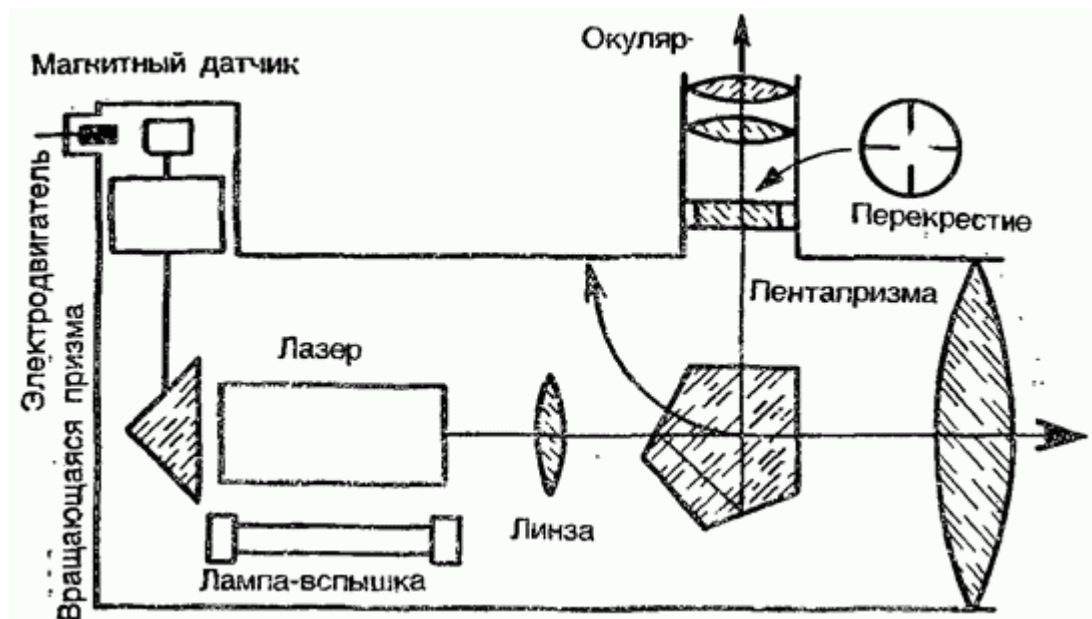
Локатор дозволяє працювати в межах від 30 до 30 000 м. Гранична висота польоту ракети 18 000 м. Повідомляється, що цей локатор зазвичай розташовується від ракети на відстані близько 1000 м і на лінії, яка становить з площиною польоту ракети 45 °. Вимірювання параметрів руху ракети з такою високою точністю На активній ділянці польоту дає можливість точно розрахувати точку її падіння.

Локатор для стеження. Розглянемо локатор, створений за замовленням НАСА і призначений для стеження за супутниками.



Функціональна схема такого локатора приведена. Він призначався для стеження за власними супутниками і працював спільно з радіолокатором, який видавав координати супутника з низькою точністю. Ці координати використовувалися для попереднього наведення лазерного локатора, який видавав координати з високою точністю. Метою експерименту було визначення того, наскільки відхиляється справжня траєкторія супутника від розрахункової, - щоб дізнатися розподіл поля тяжіння Землі по всій її сфері. Для цього на полярну орбіту був запущений супутник «Експлорер-22». Його орбіта була розрахована з високою точністю, але в якості вихідних даних вклали інформацію, що поле тяжіння визначається формою Землі, т. Е. Використовували спрощене модель. Якщо ж тепер, в процесі польоту супутника, спостерігалось зменшення висоти польоту його щодо розрахункової траєкторії, то очевидно, що на цій ділянці є аномалії в поле тяжіння (як би великі маси Землі над пролітаючою точкою в порівнянні з розрахунковою). І навпаки,

якщо супутник «підстрибує» над розрахунковою орбітою, то, мабуть, в цій точці маса



Землі відрізняється від розрахункової (як би є «порожнечі»). Повідомляється, що експеримент був потрібен для підвищення точності ураження бойових головок. Було зроблено кілька локаторів, які встановили в різних точках земної кулі. Кожен локатор був обладнаний високоякісної оптичною системою, зібраної за схемою Кассегрена - вона добре видно на малюнку. Локатор оснащений обчислювальною машиною, в яку закладена записана на магнітну стрічку інформація про розрахункову траєкторії польоту супутника. Всі локатори пов'язані між собою системою зв'язку та здійснена прив'язка до єдиного стандарту, часу. На супутнику був встановлений дзеркальний відбивач у вигляді восьмигранної призми з відрізаною вершиною. Вся призма складається з 360 оптичних дзеркальних углинкових відбивачів, кожен розміром 1,3 см. Супутник мав магнітну орієнтацію, що забезпечувало поворот його дзеркальним відбивачем в сторону Землі, в якій би частині траєкторії він не знаходився. Видно по

схемі, що в якості джерела випромінювання використовували рубіновий лазер, А для укорочення тривалості імпульсу, що необхідно для підвищення роздільної здатності по дальності, використовували модулятор добротності - призму, яка оберталася за допомогою електродвигуна.

Сигнал про поворот призми надходив від магнітного датчика. Користувач пристрою видна пентапризма, вона призначалася для попереднього наведення локатора оператором в тому випадку, якщо супутник перебував в зоні видимості і був висвітлений Сонцем. В цьому пентапризма, перебувала в нижній частині. Була розташована по оптичній осі. І оператор через окуляр з перехрестям здійснював наведення оптичної осі локатора на супутник. Якщо ж супутник йшов в сторону тіні, то тоді пентапризма ставилася в верхнє положення і наведення здійснювалося за допомогою радіолокатора. По супутнику «Експлорер-22» була, за повідомленням НАСА, проведена серія експериментів і частина цих даних була опублікована. В одному з повідомлень говориться, що на відстані 960 км помилка в дальності становила ± 3 м. Мінімальний кут, зчитування з кодує пристрої, дорівнював всього п'яти кутовим секундам.

Цікаво, що в цей же час з'явилося повідомлення про те, що американців випередили в їх роботі французькі інженери і вчені. Співробітники обсерваторії Сан-Мішель де Прованс провели серію експериментів зі спостереження за тим же супутником, використовуючи лазерний локатор свого виробництва. У ньому також використовувалася модуляція добротності, що дозволило отримати тривалість зондуєчого сигналу менш. Було повідомлено, що під час одного з експериментів похила дальність до супутника

становила 1517 км 992 м. Ця дальність була визначена з точністю ± 8 м.

Оцінюючи ці експерименти, необхідно враховувати велику відстань до супутника - понад 1500 км, його значну швидкість - понад невеликі розміри супутника - близько 60 см. Один французький астроном жартома зауважив, що цей експеримент можна порівняти з влучним пострілом в око мухи з відстані в 5 км, коли вона летить зі швидкістю 100 км / год.