

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

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Пілотажно-навігаційні комплекси конкретних типів
повітряних суден»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***173 Авіоніка
(Авіоніка)***

за темою № 3 - Основні алгоритми обробки інформації в ПНК.

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. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.

План лекцій:

1. Основні елементи та поняття повітряної навігації.
2. Інформаційна модель польоту.
3. Алгоритми сумісної обробки однорідної інформації.

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

Основна література:

1. В.П.Харченко. 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. А.В.Скрипець.Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396с.
4. Харченко В.П. Системи зв'язку та навігації : навч.посіб. / В.П. Харченко, Ю.М. Барабанов, М.А. Міхалочкін. – К. : НАУ, 2009. – 216 с.
5. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316с.

Допоміжна література:

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 — TAWS http://www.fcs-modification.com/?go=news&n=6&new_language=0

Текст лекції

1. Основні елементи та поняття повітряної навігації.

Своєчасність та точність виходу літака в заданий район потребує виконання польоту в суворій відповідності з навігаційною програмою. Навігаційна програма визначає траєкторію польоту в функції часу.

Траєкторія польоту називається лінія, що описується центром мас літака при його русі в повітряній середі. Проекція траєкторії на поверхню Землі називається лінією шляху.

Розрізняють лінію заданого (ЛЗШ) та фактичного (ЛФШ) шляху. Лінія заданого шляху, проведена на карті, передбачає собою маршрут польоту (рис.1а). Проекція траєкторії на вертикальну площину називається профілем польоту. Профіль польоту зазвичай задають як функцію маршруту (рис.1б).

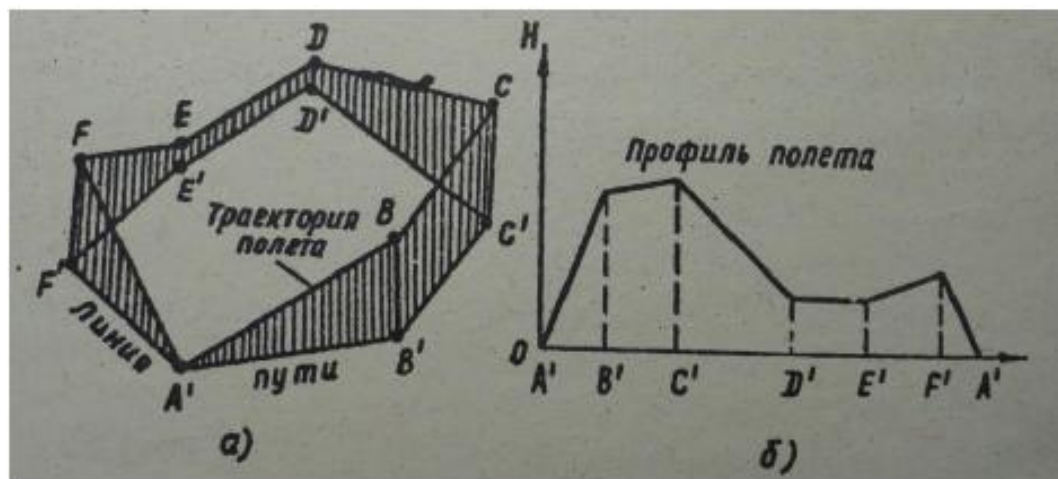


Рисунок 1- Маршрут та профіль польоту

Місцеположення літака визначається проекцією на земну поверхню точки траєкторії, в якій в даний момент знаходиться літак. Для визначання місцеположення літака необхідно задати деяку систему координат. В навігації найбільш широко застосовуються наступні системи координат: географічна, геосферична, ортодромічна, полярна та прямокутна.

2. Інформаційна модель польоту.

Відносини «Пілот – БПНК» є складовою більш загальних відносин «Пілот –ПС». Взаємодія пілота з ПС включає, з одної сторони, дію на ПС і його системи за допомогою різних засобів та органів керування, з другої сторони – інформування пілота про стан об'єкта управління і оточуючого середовища за допомогою бортових інформаційних систем. Ввесь комплекс цих взаємодій (по англійській термінології - pilot-vehicleinterface) називають інтерфейсом пілот-ПС.

Завдяки бортовим інформаційним системам в пілотів уявно складається інформаційна модель польоту (ІМП).

Можливо виділити 4 основних складових ІМП (для цивільних ПС):

- просторове положення ПС, що включає параметри польоту – швидкість, висоту, вертикальну швидкість, напрям руху, положення відносно поверхні землі, перенавантаження, задану траєкторію і відхилення від неї, можливості ПС;
- географічне місцезнаходження, що включає географічне місце власного ПС, його положення та орієнтацію відносно інших ПС, аеропортів, населених пунктів, ППМ, точок зміни профілю польоту, злітно-посадкових смуг, навігаційних орієнтирів і т.і.;
- навколишні умови, що включають температуру, видимість, погоду, положення сонця, силу і напрямлення вітру і т.і.;
- стан і режими роботи систем ПС, що включають справність систем, запас палива, час і далекість польоту при такому запасі палива, поточні настройки РТС, висотоміра, вплив несправностей що є на роботу систем та безпеку польоту і т.і.;

Сучасне ПС обладнано авіонікою, сенсорами, засобами зв'язку, які разом дозволяють одержати в режимі реального часу велику кількість різних даних. Задачею інформаційних систем є не просто передача даних пілоту а запобіжна обробка цих даних, перетворення їх в корисну інформацію.

Основним способом видачі інформації екіпажу є індикація за допомогою різних приладів, сигналізаторів і електронних індикаторів, які розміщують на приладових дошках в кабіні екіпажу.

На сучасних ПС головним засобом індикації стали електронні індикатори.

3. Алгоритми сумісної обробки однорідної інформації.

В існуючих ПНК широке розповсюдження знайшли такі способи сумісної обробки однорідної інформації, що надходить від різних вимірників:

- взаємна компенсація і фільтрація похибок вимірювальних приладів, що вимірюють один і той же навігаційний параметр;
- оптимальне оцінювання вектора стану з використанням апріорної інформації про контрольований процес та поточне вимірювання. Що реалізує алгоритм оптимальної фільтрації Кальмана.

Схема компенсації набула найширшого розповсюдження під час обробки пілотажно-навігаційної інформації у випадках, якщо один і той же самий навігаційний параметр вимірюється двома або декількома вимірниками, робота яких базується на різних фізичних пристроях. У цьому випадку алгоритм компенсації дає можливість значно зменшити похибки вимірювання (рис.2).

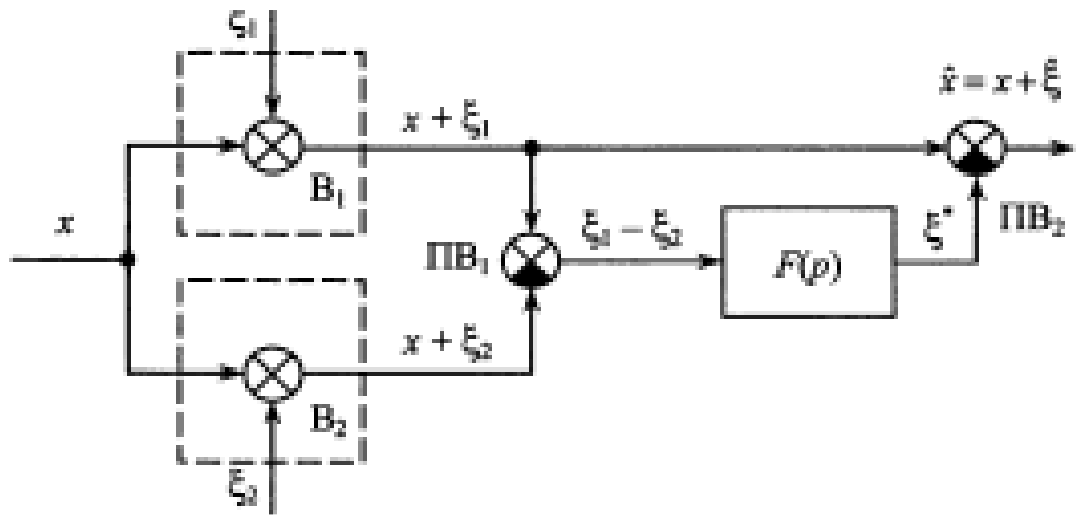


Рисунок 2 – Схема компенсації

Схема фільтрації у випадку, коли один і той самий параметр вимірюється двома вимірниками представлена на рис. 3.

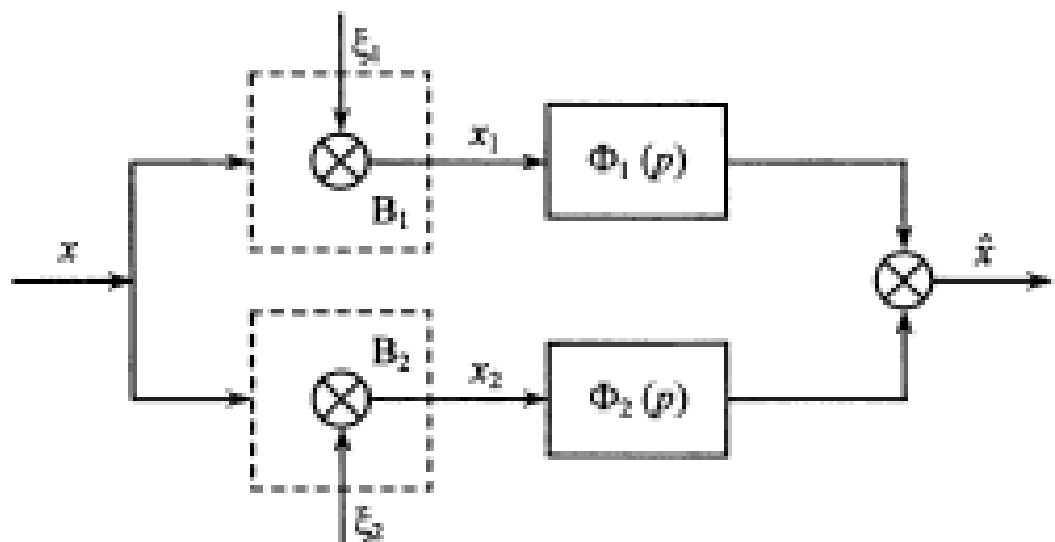


Рисунок 3 – Схема фільтрації

Методи оптимальної обробки інформації в ПНК використовуються з метою отримання оцінок вектору стану ПС в умовах впливу випадкових збурень і завад на процес вимірювання. При цьому оцінюються не самі параметри польоту, а їхні похибки. В якості методу оптимальної обробки застосовується **метод найменших квадратів**.

Структурна схема одержання оптимальних оцінок за методом найменших квадратів показана на рис.4

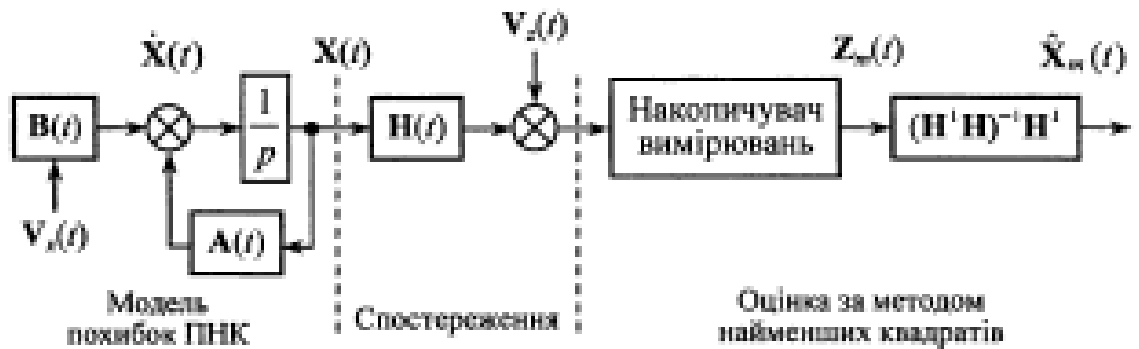


Рисунок 4 – Схема методу найменших квадратів

Отримання оцінки X пов'язане з накопиченням спостережень Z унаслідок чого нова оцінка параметра не збігається за часом з його поточним значенням на час, необхідний для накопичення спостережень. Тому даний алгоритм для оцінки використовують лише у випадку виміру того самого параметра одночасно кількома датчиками.

Рекурентний метод обробки інформації дозволяє отримати оцінку параметра після кожного дослідження рис.5

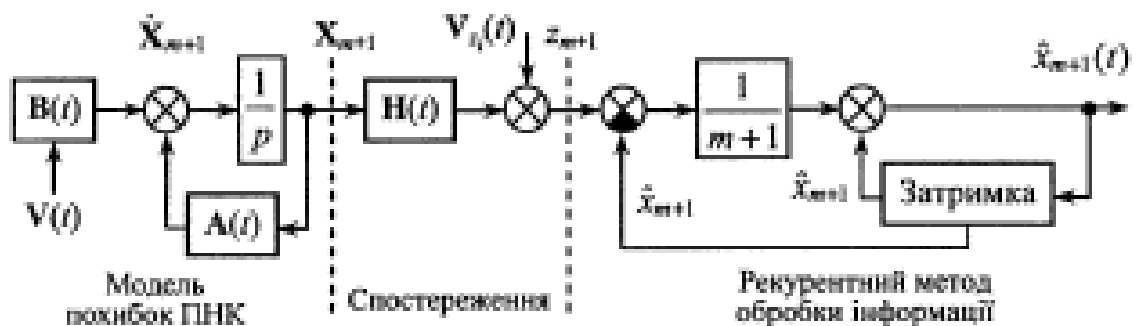


Рисунок 5 – Схема рекурентного методу

Розглянуті методи та алгоритми обробки навігаційних параметрів в ПНК дозволяють значно підвищити точнісні характеристики обчислювальних комплексів.