

**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 № 2 - Призначення та принципи побудови основних підсистем 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  
Стуцанський 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. Загальна структура ПНК.
2. Призначення складових структури ПНК.

### 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](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. Загальна структура ПНК.

ПНК являє собою раціональне цільове і конструктивне об'єднання окремих пристроїв, приладів і систем, керованих одним або декількома бортовими обчислювачами і призначений для розв'язання взаємозалежних задач автоматизованого водіння літальних апаратів. Він включає два взаємозалежних комплекси: навігаційний (НК) і пілотажний (ПК).

В теперешній час розроблено декілька вітчизняних і закордонних структур НК і ПК, що відрізняються складом, характером обчислювачів, навігаційними можливостями й іншими ознаками. В останні роки для скорочення багатотиповості розробляються базові ПНК трьох типів:

БПНК-1 для регіональних ПС цивільної авіації;

БПНК-2 для середньоміагістральних ПС;

БПНК-3 для магістральних ПС.

Їх побудова здійснюється за функціонально-блоковим принципом, перевага якого полягає в можливості комплексування окремих підсистем ПНК, використання уніфікованих базових блоків, забезпечення високої надійності.

До складу ПНК, узагальнена структура якого показана на рис.1, входять датчики навігаційно-пілотажної інформації, навігаційні обчислювачі, пристрою керування, індикації і сигналізації.

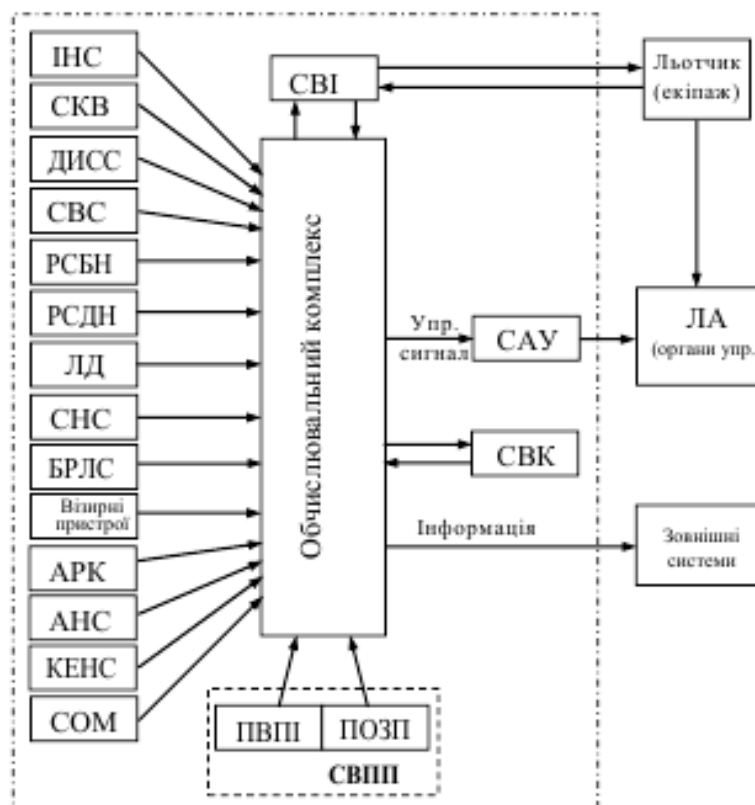


Рис.1 Узагальнена структура ПНК  
**2. Призначення складових структури ПНК.**

Датчики навігаційної інформації служать для виміру параметрів різноманітних фізичних полів, на основі яких визначаються навігаційні елементи польоту. Датчики навігаційної інформації умовно можна поділити на дві групи.

До першої групи відносять **датчики навігаційних параметрів положення**, які визначають координати місцезнаходження літака відносно опорних ліній і навігаційних точок або положення об'єктів відносно літака, до другої датчики навігаційних параметрів руху, які вимірюють параметри вектора швидкості літака та його складові: шляхову швидкість, вертикальну швидкість, напрямок польоту.

**Датчики пілотажної інформації** вимірюють параметри польоту, які характеризують кутовий рух літака: кути крену, тангажа, ристання, а також їхні похідні - кутові швидкості обертання літака. До датчиків пілотажної інформації також необхідно віднести датчики, що характеризують положення та рух літака відносно набігаючого повітряного потоку: кути атаки та ковзання; повітряну швидкість і число Маха.

Найбільш важливими з пілотажно-навігаційних датчиків є: інерціальна навігаційна система (ІНС), інерціальна курсовертикаль (ІКВ), система курсу та вертикалі (СКВ), доплеровський вимірник швидкості та куту знесення типу ДИСС, інформаційний комплекс висотно-швидкісних параметрів типу ІК ВСП або система повітряних сигналів типу СВС.

Найбільше інформативної з даної групи датчиків є інерціальна навігаційна система. Вона дозволяє автономно визначати складові прискорення і швидкості польоту літального апарата (шляхової або абсолютної), гіроскопічний або ортодромічний курс, кути крену і тангажа. У деяких ІНС здійснюється автономне обчислення координат місцеположення літака.

Основними датчиками кутового положення літального апарата, не обладнаного інерціальною системою навігації, можуть бути:

- гіроскопічні датчики вертикалі типу АГД (авіагоризонт дистанційний), ЦГВ (центральна гіровертикаль), МГВ (малогабаритна гіровертикаль), інші;
- датчики курсу типу ГПК (гіропівкомпас), ГІК (гіроіндукційний компас), а також курсові системи, в яких формування сигналів курсу, здійснюється за даними гіропівкомпаса і магнітного коректора;
- інерціальні курсовертикалі, а також системи курсовертикалі.

Причому інерціальні курсовертикалі, крім інформації про кути крену, тангажа та курсу видають інформацію про складові абсолютної швидкості літального апарата.

Доплеровські вимірники швидкості та кута знесення вимірюють доплеровський зсув частот і на цієї основі визначають складові шляхової

швидкості, які надходять в обчислювач ПНК для реалізації алгоритму числення координат місцеположення ЛА.

У сучасних ПНК за основні датчики істинної повітряної швидкості, барометричної висоти польоту, числа  $M$ , відхилення від заданої висоти польоту і числа  $M$  використовуються або інформаційний комплекс висотно-швидкісних параметрів типу ИК ВСП, або різноманітні модифікації системи повітряних сигналів типу СВС. Значення істинної повітряної швидкості використовується при численні координат місцеположення ЛА при відсутності інформації про швидкість польоту від ІНС і ДИСС, при розрахунках параметрів, що характеризують вектор швидкості вітру, а також при визначенні кута знесення. Висота польоту ЛА використовується в алгоритмах формування сигналів управління при вертикальному маневруванні ЛА, а також у режимах корекції координат місцеположення ЛА.

До **навігаційних датчиків**, що визначають положення літального апарата відносно навігаційних точок (ППМ, орієнтирів і т.д.) і базових ліній, а також положення об'єктів відносно літака, необхідно віднести радіотехнічні системи ближньої (РСБН) і дальньої (РСДН) навігації, літаковий далекомір (ЛД), супутникову навігаційну систему (СНС), бортову радіолокаційну станцію (БРЛС), різноманітні візирні пристрої, автоматичний радіокомпас (АРК), астрономічну навігаційну систему (АНС), кореляційно-екстремальну навігаційну систему (КЕНС), а також літакові відповідачі типу СО і СОМ.

Підвищенню ефективності керування повітряним рухом і безпеки польотів сприяє застосування літакових відповідачів СО або СОМ (міжнародний), які в автоматичному режимі передають наземним радіолокаційним станціям служби керування повітряним рухом інформацію про номер літака, висоту польоту, запас палива й інші параметри.

З'єднуючою ланкою всіх засобів, що входять до складу ПНК, є навігаційний обчислювач. Навігаційний обчислювач може бути центральним і спеціалізованим. У сучасних ПНК як центральний обчислювач використовують БЦОМ. Спеціалізовані обчислювачі можуть бути цифровими й аналоговими. Вони входять до складу окремих систем комплексу.

Важливим елементом ПНК є система введення програми польоту (СВПП). Вона являє собою пристрій, за допомогою якого в пам'ять ПНК вводяться параметри, що характеризують задану траєкторію польоту, та інші параметри, необхідні для виконання даного польоту. Такі параметри можуть вводитися як при підготовки літака до польоту за допомогою спеціального пристрою вводу програми й індикації (ПВПП), так і в польоті за допомогою пульта оперативної зміни програми польоту (ПОЗП), якщо виникає задача зміни програми польоту.

Для індикації екіпажу навігаційних параметрів служить система відображення індикації (СВІ), до складу якої входять: пілотажно-навігаційні прилади, індикатор навігаційного оточення, індикатори (показники) навігаційних елементів руху, табло навігаційної сигналізації, картографічні

планшети. Використовуючи цю інформацію льотчик виконує задачу управління літаком за заданою траєкторією польоту.

Цю саму задачу може виконувати система автоматичного управління (САУ), в яку надходить інформація про відхилення параметрів польоту від заданої траєкторії. САУ забезпечує управління польотом в автоматичному або півавтоматичному (директорному) режимі. В останньому випадку сформовані в САУ сигнали управління надходять на командно-пілотажні індикатори, за інформацією яких пілот може виконувати складні траєкторні маневри, наприклад при заході на посадку.

Для безпечного і надійного автоматизованого водіння ЛА застосовуються діагностичні комплекси - системи вбудованого контролю (СВК), що забезпечують оцінку працездатності й оптимальне використання функціональних вузлів і засобів ПНК.

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.

Взаємодію систем автоматичного пілотування показано на рис.2. Керування системами автоматичного пілотування здійснюється за допомогою відповідних пультів у кабіні пілота.

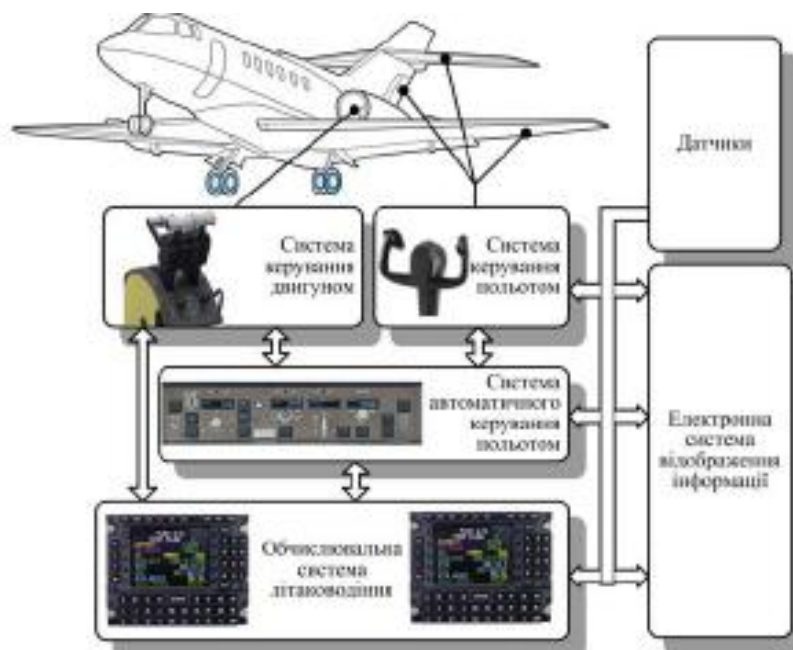


Рисунок 2 – Взаємодія систем автоматичного пілотування

Система керування польотом (Fly-By-Wire – FBW) забезпечує керування положенням літака у повітрі за допомогою механічно відхильних частин (рулів висоти, рулів повороту, елеронів, закрилків, передкрилків, інтерцепторів).

Система автоматичного керування польотом (Autopilot/Flight Director System – AFDS) забезпечує автоматичний контроль траєкторії польоту ПК. Вона контролює швидкість, висоту та курс польоту ПК і забезпечує витримування значення цих параметрів польоту у певних межах за допомогою зв'язку з FBW.

Обчислювальна система літаководіння (Flight Management System – FMS) допомагає пілоту виконувати навігаційні функції. Вона вказує наступне положення ПК відповідно до плану польоту для AFDS.

Дія всіх цих систем контролюється за допомогою великої кількості датчиків, що вимірюють параметри польоту ПК та відображають їх пілоту через систему електронної індикації.

Під час польоту пілот ПК використовує велику кількість пілотажно-навігаційних засобів. Інформація від кожного з них є важливою для літаководіння та безпеки повітряного руху.

У повітрі на різних етапах польоту пілот ПК потребує різноманітної пілотажно-навігаційної інформації від принципово різних навігаційних систем. Так, наприклад, під час посадки найбільш важливою є інформація від системи посадки про відхилення від глісади, а під час польоту на трасі – орієнтування за наземними радіомаяками та супутникова навігація.

Сучасні навігаційні системи надто складні для користування (пілот ПК повинен чимало часу витрачати на користування ними).

Обчислювальна система літаководіння (Flight Management system – FMS) – комп'ютеризована система, що допомагає пілоту контролювати та керувати системами ПК для безпечного виконання польоту. Система FMS виконує всі технічні, рутинні операції із системами ПК, що використовуються під час польоту, дозволяючи пілоту більше часу приділяти керуванню польотом, а не налаштуванню систем.

Система електронної індикації ПК складається з двох підсистем: системи електронної індикації польотної інформації (Electronic Flight Instrument System – EFIS) та системи електронної індикації параметрів загальнолітакових систем (Electronic Centralized Aircraft Monitor – ECAM).

Система EFIS призначена для відображення пілотажно-навігаційної інформації, необхідної для керування ПК і складається з навігаційного та пілотажного дисплеїв.