

**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 № 8 - Індикатори відображення даних на повітряних суднах.

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. Принципи розміщення індикаторів на повітряних суднах (ПС).
2. Види індикаторів на ПС.
3. Перспективи розвитку авіаційних систем індикації.

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. Стушанський. 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. Принципи розміщення індикаторів на повітряних суднах (ПС)

Основна інформація, потрібна для пілотування ПК, відображається в кабіні пілота завдяки великій кількості різних приладів, сигналізаторів та електронних індикаторів.

Із часу виникнення авіації і відносно тривалий час індикація польотної інформації здійснювалась за допомогою електромеханічних приладів. Проте натеper найбільшого поширення набули системи електронної індикації.

Індикатори та сигналізатори розміщують у кабіні таким чином, щоб кут зору з місця пілота становив для пілотажно-навігаційних приладів – 25° , інших приладів – 35° ; для аварійних світло-сигналізаторів – 30° й інших світлосигналізаторів – 40° .

Будова та розміщення приладів для різних виробників ПК розрізняються, проте для основних пілотажно-навігаційних приладів застосовують Т-подібне розміщення, що створюється двома візуальними лініями – горизонтальною та вертикальною.

Уздовж горизонтальної лінії розміщують прилади, які показують параметри руху в поздовжній та вертикальній площинах. На вертикальній площині розміщують прилади, що вказують параметри руху в горизонтальній площині. На перетині цих приладів міститься авіагоризонт, зліва від нього – індикатор повітряної швидкості та числа Маха, справа – висотомір і варіометр або дисплей системи TCAS і знизу – комбінований прилад, що вказує курс польоту. Таке групування приладів дозволяє пілоту визначати основні параметри польоту швидким огляданням очима горизонтальної та вертикальної площин.

На сучасних ПК застосовують систему електронної індикації інформації (Electronic Instrument System – EIS).

2. Види індикаторів на ПС

Система електронної індикації (CEI) призначена для індикації пілотажно-ї і навігаційної інформації.

До складу системи входять індикатори, від 1 до 3 обчислювачів, які часто називають генераторами символів, і пульти управління.

Індикатор має екран, на якому відображається інформація, яка раніше була на шкалах окремих приладів. Одним із прикладів багатофункціональних

індикаторів може служити індикатор TDS-12, що входить до складу ІКБВ-17 вертольотів Мі-8/17.



Рисунок 1- Зовнішній вигляд індикатора

Даний індикатор може виступати в якості окремих систем, так і служити платформою при побудові комплексів бортового обладнання. Функціональні та технічні можливості індикатора дозволяють використовувати його як пілотажний (PFD) або навігаційний індикатори(ND), а також як індикатор загальнолітакової / загальновертольотної обстановки (EICAS).

Використовуючи багатофункціональні індикатори, можливо будувати бортові комплекси устаткування, перемикаючи їх, по мірі необхідності, в режими відображення або навігаційної, або пілотажної інформації, або параметрів від вертолїтних систем.



Рисунок 2- Розміщення індикаторів

Генератор символів управляє побудовою зображення на індикаторі. Він приймає і обробляє пілотажної і навігаційну інформацію від різних систем ЛА - систем первинної інформації (СВС, ІНС), аеронавігаційних систем (РВ, ІЛS, МLС, DME, VOR, АРК), систем автоматичного пілотування (ВСС, всупу, Всут, АСУУ), від системи сигналізації і т.д.

Пульти управління служать для зв'язку пілота з системою, він забезпечує вибір форматів зображення і регулювання яскравості індикаторів. Перед

кожним пілотом знаходяться два індикатори. На екрані одного індиціюється пілотажна інформація, на екрані іншого - навігаційна. Конкретний склад інформації на екрані може змінюватися залежно від етапу польоту і від того, що в даний момент цікавить пілота. Для керування зображенням на своїх індикаторах у кожного пілота є пульт керування. Кожен з двох основних генераторів символів керує парою індикаторів, третій генератор символів - резервний, він бере участь у роботі системи тільки при відмові одного з основних. Основною функцією обчислювальної системи внутрішньо камінної сигналізації є попередження екіпажу про виникнення небезпек у польоті і на борту ЛА.

Зокрема, видається сигналізація:

- Про неправильної конфігурації органів управління ЛА;
- Про перевищення максимально - допустимої швидкості;
- Про досягнення мінімальної швидкості польоту;
- Про занадто малій висоті польоту;
- Про зрушення вітру;
- Про неправильну роботу бортових систем і агрегатів (пожежа двигуна і

т.д.)

Система містить один або два обчислювача, які збирають інформацію від різних систем / датчиків літака і виробляють над цією інформацією логічну обробку, з'ясовуючи, чи не створити де-небудь небезпечна ситуація. Свої повідомлення система вибудовує по пріоритету, привертаючи увагу пілотів в першу чергу до найнебезпечнішим подіям.

Ці пріоритети гнучкі, вони залежать від етапу польоту і стану системи, на окремих напружених етапах (зліт, посадка) система взагалі не відволікає пілота малозначущими повідомленнями.

Для індикації своїх повідомлень екіпажу система містить індикатор, здатний показувати цифробуквіне інформацію. Система відображає аварійні, що попереджають і повідомляючи повідомлення, а також використовує інші способи сигналізації - за допомогою звукових сигналів (дзвінки, гонги і т.п.), тактильних впливів (тряска штурвала).

Аварійна сигналізація видається в ситуаціях, що вимагають негайної дії, а на екрані має червоний колір.

Попереджувальна сигналізація видається в ситуаціях, що вимагають негайного повідомлення, і на екрані має жовтий колір.

Повідомляти сигналізація має колір інший, ніж аварійні та попереджувальні сигнали, зазвичай - зелений.

Якщо на ЛА встановлена система електронної індикації, то система внутрікабінної сигналізації може не містити окремих індикаторів, сигнали з її обчислювачів надходять в генератори символів СЕІ, які перетворюють їх на повідомлення на екранах своїх індикаторів.

Кожен екран може бути виконаний з трьох незалежних зон, які відповідають польоту " Flight ", двигуну " Engine " і інформації " Info ". Екран може мати всі три зони або жодної (чистий екран). Кожен екран може мати

до шести інформаційних зон, які можуть бути розбиті на сторінки кнопками вліво / вправо. Мінімально екран має одну область. Вона може бути будь-якого типу. Незважаючи на найменування зон, кожна зона може містити будь-який можливий інструмент або пункт дисплея для більшої гнучкості.

Термін "зона" застосовується обмежено. Поділ дисплея стандартних екранів на зони довільно і зони можуть перекриватися будь-яким способом.

Це стандартний екран приладу EFIS, використовуваний як екран 1 нового приладу EFIS. Відзначимо, що можливо його зміна або модифікування продавцем або виготовлювачем літального апарату.

Кожна з трьох зон визначається одним невеликим файлом, створюваним програмою проєктувальником екрану EFIS. Цей файл містить дескриптори (описи) по кожному пункту, що міститься в цій зоні екрана. Так, наприклад, дескриптор може задавати кругової індикатор певного розміру і конфігурації і пов'язувати його з певним значенням, наприклад, температурою масла.



Рисунок 3- Інформація пілотажного індикатора

3. Перспективи розвитку авіаційних систем індикації

Інтерфейс пілот-ЛА до останнього часу майже цілком будувався за принципом: око - рука, тобто пілотові подається візуальний сигнал на лампочки, світосигнальному табло або екрані, на який пілот реагує парируючою дією рук, - рухає штурвал, РУД, включає кнопки і тумблери.

Напружені умови роботи пілота на сучасному ЛА зажадали шукати шляхи підвищення ефективності інтерфейсу.

Одним з таких шляхів стала автоматизація ряду другорядних функцій, що завершується переходом до адаптивного інтерфейсу. Інший шлях - це інтелектуальна підтримка пілота в підготовці і виробленні рішень. Для цього намагаються створювати системи з елементами штучного інтелекту. Як приклад можна привести дослідницьку програму Rotorcraft Pilot's Associate, у рамках якої фірма Boeing створила і випробувала в 1999г. на вертольоті АН - 64d Apache інтелектуальну інформаційну систему "Помічник пілота вертольота".

Це програмний продукт, допомагающий пілоту в реальному масштабі часу в ухваленні рішень. Система обробляє дані бортових і зовнішніх датчиків, розшукує інформацію, яка може вплинути на виконання завдання і рекомендує пілоту зробити ті або інші дії. Перед польотом в систему завантажуються маршрут польоту з базою даних по рельєфу. Але якщо під час завдання виявляється загроза вертольоту, система виробляє новий маршрут, ґрунтуючись на контексті завдання: якщо завданням є атака, система рекомендує найкращу позицію для бою, якщо це розвідка - маршрут з найменшою вірогідністю виявлення і найвищою вероятністю засечь мета. Вона також управляє зв'язком, автоматично посилаючи повідомлення в заданих точках. Від пілота потрібно тільки дозвіл зробити передачу (перемикачем або голосом).

Третій шлях підвищення ефективності інтерфейсу пілот-ЛА - це його мультимодальність, під якою розуміють використання для передачі інформації не лише візуального, але і інших сенсорних каналів пілота, а для передачі дій, що управляють, від пілота до ЛА - не лише ручного управління, але і альтернативних способів: управління голосом, поглядом, рухами рук і голови. Вище вже розглядалися використовувані для цього засоби: нашлемная система індикації, просторова локалізація звуку, тактильна сигналізація, мовна командна система.

Розвинений мультимодальний інтерфейс дозволяє створити віртуальну кабину. Така кабіна виглядатиме абсолютно інакше, ніж існуючі. У ній не буде приладів, не буде звичних органів управління - штурвалу РУД, педалей, ручок, перемикачів, майже нічого, що відрізняло б робоче місце пілота від крісла пасажира. Усі прилади і органи управління стануть частиною екіпіровки пілота. Костюм пілота включатиме нашлемную систему індикації і різноманітні датчики. Підключивши костюм до ЛА, пілот бачитиме віртуальні прилади і зможе управляти віртуальними органами управління. Рухи і мовні команди пілота сприйматимуться датчиками, розташованими в костюмі і в кабіні. Сигнали датчиків інтерпретуватимуться і що відповідають намірам пілота дії, що управляють, передаватимуться виконавчим облаштуванням ЛА.

Нашлемная система індикації буде кольорова, бінокулярною, з високою роздільною здатністю і широким полем зору, що дозволить створювати

виртуальну реальність. Пілот бачитиме об'ємну картину, яка буде змінюватися відповідно до положення його голови і напрямку погляду. Оскільки ця картина створюватиметься програмним шляхом, вона легко може адаптуватися до типу ЛА, вирішуваної задачі, фази польоту і навіть личним предпочтениям пілота. У віртуальній кабіні з'являтимуться по мірі потреби і зникатимуть потрібні прилади і органи управління. Наприклад, на посадку вже не потрібна навігаційна інформація і вона забиратиметься, звільняючи поле зору. З'явиться можливість зраджувати спосіб представлення інформації прямо у польоті, наприклад, на важливих фазах польоту висотомер, варіометр і показчик швидкості можуть збільшитися в розмірах, щоб їх було краще видно і можна було точніше витримувати параметри польоту.