

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

Циклова комісія аеронавігації

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Безпека авіації (Основи теорії пілотування)»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Аеронавігація

**За темою № 1 – Характеристика професійної діяльності членів
екіпажу ПС**

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 р. № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 р. № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 р. № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії аеронавігації протокол від 30.08.2021
№ 1

Розробник: викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст Олійник Ю. Л.

Рецензенти:

1. Викладач циклової комісії аеронавігації, к.т.н., с.н.с., викладач вищої категорії, викладач-методист Тягній В.Г.
2. Професор кафедри аеронавігаційних систем навчально-наукового інституту Аеронавігації, електроніки та телекомунікації Національного авіаційного університету, доктор технічних наук, доцент Шмельова Т.Ф.

ПЛАН ЛЕКЦІЙ

1. Основні поняття та визначення льотної експлуатації ПС.
2. Основні поняття про теорію пілотування.
3. Система "пілот-вертоліт".
4. Параметри, які повинен регулювати пілот.
5. Основні якості пілота, як ланцюжка в системі управління вертольотом .

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

Основна

1. Загальні правила польотів у повітряному просторі України від.06.02.2017 №66/73
2. Постанова Верховної Ради. Повітряний кодекс України. Керівний. Київ, 2014.
3. Олійник В.Г. Льотна експлуатація вертольотів. Посібник, КЛК, 1992.
4. Олійник В.Г. Запобігання АП. Посібник. Київ, 1995.
5. Міністерство транспорту України. Правила польотів у класифікованому повітряному просторі України. Наказ № 293,295. Київ, 16.03.03, 04.05.05.
6. Р.В. Сакач. Безпека польотів. Підручник. М. "Транспорт", 1989.
7. Положення про систему управління БП на авіаційному транспорті. Наказ № 895. Київ, Державіаслужба, 2006.
8. Вживання. Пам'ятка. М, "В.Т." 1988.
9. Платонов К.К., Гольштейн Б.М. Основи авіаційної психології. М, "В.Т." 1987.
10. Картамишев П.В. Методика льотного навчання. Посібник, М. „Транспорт”, 1974.
11. Людський фактор та БП. Посібник, М, "В.Т.", 1987.

Додаткова

12. Керівництво з розслідування АП та інцидентів. Дос 9756-А №965. Монреаль, 2000.
13. Правила розслідування АП з цивільними ПС в Україні. Київ, Державіаслужба, 2005.
14. Керівництво з запобігання АП. Дос 9433-А №923. Монреаль, ІКАО, 1987.
15. КЛЕ Мі-8МТВ. МЦА, 1999

1. Основні поняття та визначення льотної експлуатації ПС.

Керівництва з льотної експлуатації вертоліту зазвичай вказують тільки те, що повинен зробити пілот в тих чи інших випадках польоту, але часто не вказують як це правильно зробити і майже завжди не вказують причини - чому пілот повинен виконати зазначені дії. А без свідомого засвоєння положень КЛЕ практично не можливо їх виконання, так як механічно неможливо запам'ятати всі численні правила пілотування, а то й знати загальну теорію, на основі якої ці правила отримані.

2 Основні поняття про теорію пілотування.

Теорія пілотування - наука про закони управління повітряним судном і прийоми пілотування, які забезпечують рух повітряного судна за заданою або оптимальною траєкторією при збереженні бажаного рівня безпеки польотів, називається

Логично перед вивченням техніки виконання різних елементів польоту розглянути психофізіологічні якості пілота як ланки в системі управління повітряним судном, а так само деякі загальні принципи пілотування, сприйняття інформації про політ, переробки цієї інформації, розподілу і переключення уваги.

Пілотування повітряного судна - це дії пілота, що забезпечують навмисний (по заданій траєкторії і з заданими параметрами) рух ПС в польоті.

Пілотування здійснюється однією людиною - командиром повітряного судна або другим пілотом. Управління системами повітряного судна здійснюється бортінженером (бортмеханік) або одним з пілотів.

З точки зору теорії управління ПС є об'єктом регулювання, а пілот - регулятором. Пілот з допомогою органів управління впливає на повітряне судно (це прямі зв'язки від регулятора до об'єкта регулювання), а за допомогою органів почуттів визначає і контролює стан ПС в просторі (це зворотні зв'язки від об'єкта регулювання до регулятора).

Таким чином, система управління «пілот - повітряне судно» є замкнутою

При ручному або автоматичному регулюванні будь-якого параметра руху ВС (крену, тангажу, швидкості та ін.) Пілот або регулятор повинен реагувати не тільки на відхилення самого параметра від заданої величини, а й на першу, а іноді і на другу похідну від цього параметра.

Наприклад, якби пілот або автопілот відхилив керма для усунення випадково виниклого крену тільки пропорційно величині крену, вийшов би незатухаючий процес.

Аналіз показує, що на практиці пілот, (а для автопілоту це програма управління) надходить такий спосіб: утворився випадковий лівий крен пілот реагує на цей крен, відхиляючи ручку управління вправо; вертоліт з прискоренням починає обертатися вправо, зменшуючи крен, пілот, реагуючи відхиляє ручку управління вліво; вертоліт зупиняється при нульовому крені і пілот встановлює ручку управління нейтрально.

Звичайно, пілот в польоті не замислюється, в який бік і наскільки йому необхідно відхиляти органи управління, як не замислюється людина в процесі ходьби, яку ногу треба переміщати і в якому напрямку.

Точне, дозоване і безпомилкове відхилення органів управління на задану величину при мінімальному контролі свідомості людини забезпечує навик, що виробляється в процесі навчання. А наведені вище міркування зводяться до того, що пілот відхиляє органи управління по математичному закону.

А це означає, що для регулювання, наприклад, крену він повинен по каналах зворотного зв'язку сприймати не тільки величину відхилення параметра від заданого але і першу похідну від цієї величини а за деякими параметрами - і другу похідну від величини відхилення.

Звичайно, ніяких похідних в польоті пілот не обчислює - це роблять його органи чуття. (В автопілоті ж для здійснюється програмою управління заданими параметрами, ці величини обчислюються).

Крім того, відхиляючи органи керування вертольотом з метою пілотування, пілот, в більшості випадків, оцінює не величину їх відхилення від нейтрального положення, а зусилля, які при цьому виникають.

Так скільки ж параметрів пілот повинен регулювати в польоті? Вертоліт переміщається в просторі і положення його центра ваги визначається трьома лінійними координатами: x ; y ; z (Це або географічні широта, довгота на землі або в повітрі). Крім того, він може обертатися навколо всіх трьох осей і його положення при цьому визначається трьома кутовими координатами: кутом крену, курсовим, кутом тангажа. Таким чином, керування вертольотом має здійснюватися за шістьма основними параметрами руху. Але для їх регулювання необхідно реагувати ще й на шість похідних, тобто на три лінійні і на три кутові швидкості, а це значить, що по каналах зворотного зв'язку пілот або автопілот тільки в цілях пілотування повинен пропускати не менше 12 величин.

Фактично цих величин більше, так як в деяких випадках пілот реагує не тільки на першу, але і другу похідну від деяких параметрів. Для порівняння зазначимо, що водії рейкових транспортних засобів реагують тільки одну координату - відстань уздовж рейки X , сприймаючи по каналах зворотного

зв'язку для цього 2 величини: водій автомобіля - вже дві координати, а для мотоцикліста додається ще й крен.

Отже, в польоті, тільки в цілях пілотування вертольоту, пілот повинен реагувати кермом не менше ніж на 12 величин. Крім цього він одночасно повинен контролювати і управляти роботою двигунів, вести орієнтування і радіообмін, виробляти навігаційні обчислення і т.д. Проблеми управління повітряним судном пов'язані в першу чергу з можливостями каналу зворотного зв'язку, тобто з можливостями головного мозку пілота з переробки інформації що надходить через органи почуттів інформації.

3. Система "пілот-вертоліт".

Прямі зв'язку (від пілота до вертольоту) - це реакція вертольоту на відхилення органів управління. Зворотній зв'язок (від вертольоту до пілота) здійснюються за допомогою органів почуттів. Інформацію про параметри стану та руху вертольоту пілот отримує завдяки безпосередньому сприйняттю оточуючого простору і в закодованому вигляді за допомогою приладів через органи зору, слуху, вестибулярний апарат, а також тактильне і м'язове почуття. Додаткова інформація надходить через них (здатність розрізняти запахи), шкірне почуття, температурну і больову чутливість.

4. Параметри, які повинен регулювати пілот

Зором пілот сприймає понад 90% інформації про політ. У візуальному польоті пілот безпосередньо бачить становище вертольоту в просторі, його місце щодо наземних орієнтирів, а також показання приладів. У приладовому польоті він бачить тільки показання приладів. Відраховуючи і зіставляючи ці свідчення, він становить образ польоту, тобто подумки уявляє просторове положення і місце розташування вертольоту в польоті. При відсутності візуальних сигналів пілот не тільки не може зберегти, але і не в змозі визначити, що просторове положення вертольоту змінилося. Він не відчуває режиму польоту без спостереження за приладами і зовнішньої обстановкою. За допомогою органів слуху пілот сприймає характер роботи силової установки, шум потоку повітря, поява сторонніх звуків, звукову сигналізацію, вказівки та інформацію диспетчерів УПР,

Інформаційна ємність звукового каналу не порівнянно менша, ніж каналу зору.

Вестибулярний апарат свого роду інертна система, що дає інформацію про зміні положення тіла щодо уявної вертикалі, про лінійних і кутових

прискорень. Переміщення або обертання вертольоту з постійною швидкістю ніякими органами почуттів не вловлюється. Звідси випливає важливий висновок про неможливість «сліпого польоту» без приладів. Більш того, помилкові вестибулярні відчуття є причинами ілюзій просторового положення.

М'язовим почуттям пілот визначає переміщення важелів управління і зусилля на них, а також вібрації і перевантаження.

5 Основні якості пілота, як ланцюжка в системі управління вертольотом .

Розглянемо основні властивості пілота як ланки в системі управління вертольотом, тобто його можливості по сприйняттю і переробці інформації.

1. Пілот може переробляти інформацію, що надходить про політ тільки послідовно, шляхом переключення уваги. Одночасно осмислювати кілька сигналів і виробляти рішення для кількох паралельних дій мозок не в змозі. Здатність виконувати одночасно кілька осмислених операцій є не що інше, як здатність до швидкого переключення уваги і інтерполяції сигналів, що надходять. При цьому, якщо управління здійснюється відразу по двох каналах, що управляють під контролем зору можуть на час змінитися керуючими впливами без зорового контролю, вивільняючи управління по окремих або спільно з декількома каналами характер управління однаковий.

2. Переключення уваги з одного сигналу (параметра, приладу, об'єкта) на інший може відбуватися за 0,02 - 0,03 сек. Досвідчений пілот може за 1 хвилину виконати до 120 перемикань уваги з одного приладу на інший, приділяючи кожному близько 0,5 сек. (Сюди входить 0,03 сек на перемикання уваги і 0,47 сек. На осмислення показань приладів). Переключення уваги не слід плутати з перенесенням погляду - можна дивитися в одне місце, а думати про щось інше.

3. Пілот має зони нечутливості по кожному каналу. Зміни величини зони нечутливості визначається характером зміни регульованого параметра, необхідною точністю пілотування і індивідуальними особливостями кожного пілота і носять випадковий характер. Іншими словами - малі сигнали або малі зміни великих сигналів свідомістю можуть не вловлюватися. Наприклад, пілот добре розрізняє навантаження на важелі загального кроку несучого гвинта від 1 до 2 кг, Але не може відчувати різницю між навантаженнями 20 і 21 кг.

Стосовно до сигналів, що надходить від приладів, в більшості випадків величина порога нечутливості дорівнює ціні похибки вимірювання на шкалі відповідного приладу, хоча і може змінюватися в широкому діапазоні, в

залежності від параметра, етапу польоту, досвіду пілота і т.д. Наприклад, в наборі висоти до заданого ешелону 2100 м, Зміни висоти від 230 до 250 м пілот не зафіксує у свідомості, в той же час, якщо потрібно вивести вертоліт в горизонтальний політ на висоті 250 м, пілот проконтролює висоту польоту не один раз, перш ніж вона зміниться від 230 до 250 м.

4. Пілот запізнюється з реакцією на сигнал. Зміна часу запізнювання має систематичну і випадкову складові. Величини систематичної і дисперсії випадкової складових залежать від структури і динамічних характеристик інформаційного поля, етапу польоту, ситуації, індивідуальних особливостей і психофізіологічного стану пілота.

5. Пілот може безпомилково реагувати на сигнали, що надходять з частотою не більше 3-5 Гц (3-5 сигналів в секунду). При збільшенні частоти надходження сигналів ймовірність помилкових дій пілота збільшується.

6. Пілот здатний величину сигналу інтерполювати в часі. Інтерполяція - це відновлення величини сигналу під час перерви в спостереженні за ним (уявне заповнення проміжків), що поряд з швидким перемиканням уваги дає ілюзію безперервного спостереження за декількома приладами одночасно.

7. Пілот здатний величину сигналу, екстраполювати в часі. Екстраполяція - це передбачення величини сигналу в найближчому майбутньому по динаміці попереднього процесу.

8. Пілот по зміні величини сигналу реагує на величину відхилення і швидкість зміни величини відхилення (тобто на першу похідну), а в певних умовах - і на другу похідну сигналу. Наприклад, оцінюючи в процесі гальмування перед зависанням висоту польоту H , пілот реагує і на швидкість наближення до землі $H' = V_y$, і на темп зміни вертикальної швидкості $H'' = V'_y$.

9. Пілот може інтегрувати величину сигналу що надходить. Наприклад, почавши розворот з певною кутовою швидкістю ω_y , пілот не довільно, без контролю за приладами, прикидає, на який кут розвернувся вертоліт через певний час. Це і є інтегрування.

10. Пілот може переробляти отриману інформацію про політ зі швидкістю близько 5 біт \ сек. Це найважливіше для управління вертольотом властивість головного мозку людини проаналізовано нами більш детально.

11. Коефіцієнт посилення (K_1 і K_2 в співвідношеннях 2,1 і 2,2) в процесі управління залежить від величини і швидкості зміни регульованого сигналу. При інтенсивному відхиленні регульованого параметра перший етап управління характерний різким зростанням коефіцієнта посилення (тобто «грубе регулювання»), з подальшим зменшенням коефіцієнта посилення і переходом до «тонкого підстроювання».