

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет
ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії
Національного аерокосмічного
університету

ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Олексій ЛИТВИНОВ

_____ 2025 р.



**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня доктора філософії
за освітньо-науковою програмою
зі спеціальності

**G5 - Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та
радіотехніка**

(код та найменування)

(освітня програма Системи автономної навігації та адаптивного управління
літальних апаратів)

(найменування)

у 2025 році

Харків
2025

ВСТУП

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою зі спеціальності G5 – «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» (освітня програма «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів») відбувається відповідно до «Правил прийому на навчання до Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» в 2025 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає фахова екзаменаційна комісія з певної спеціальності (освітньої програми), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

До фахового іспиту входять питання за темами:

- «Проектування модульних контролерів авіоніки»;
- «Сучасні системи автономної навігації»;
- «Пілотажно-навігаційні комплекси»;
- «Системи управління літальними апаратами».

Перелік питань за темами наведений у програмі.

Критерії оцінювання знань

1. Результат фахового іспиту визначається за шкалою від 100 до 200 балів.
2. Екзаменаційний білет складається з 4-х відкритих завдань.
3. Результат фахового іспиту розраховується за формулою:
 $80+k*n$, де k – кількість балів за правильну відповідь на питання, n – кількість правильних відповідей).
4. Правильна відповідь на завдання оцінюється по шкалі від 0 до 30 балів.
5. Якщо вступник отримав менше ніж 100 балів, то вважається що він не склав іспит і до участі в конкурсі не допускається.

Перелік питань за темами

1. Питання за темою «Проектування модульних контролерів авіоніки»

1. Магістрально-модульна організація інформаційно-керуючих комплексів. Варіанти апаратної архітектури комп'ютеризованих систем управління. Інтерфейси процесорного блока. Принципи побудови багатоканальних систем збирання даних і управління. Федеративна архітектура.

2. Технології автоматизованого проектування ПЗ контролерів. Апаратно-програмні засоби тестування мікроконтролерних систем. Системи візуальної розробки алгоритмів для прикладних програм (SoftLogic- та SoftPLC-системи). Автоматизоване проектування ПЗ верхнього рівня (SCADA-системи). Інженерні мови програмування FBD, SFC, LD, ST, IL, FC.

3. Програмування алгоритмів кінцевих автоматів у реальному часі. Задачі управління, що потребують реалізації у вигляді кінцевих автоматів, їх формалізований опис і розрахунок параметрів.

4. Базові алгоритми обробки даних у мікроконтролерних регуляторах. Алгоритми корегування та управління. Алгоритм релейного управління із гістерезисом. Алгоритми промислового ПД-управління.

5. Поняття багатозадачності, процеси і потоки. Функції операційних систем в програмному середовищі реального часу. Статичний розклад без переривань. Динамічний розклад із перериваннями (багатозадачність із витисканням). Квантовано-паралельний розклад (багатозадачність без витискання). Особливості розрахунку розкладів та побудова діаграми завантаження обчислювача.

6. Типові стандартизовані аналогові інтерфейси бортових і промислових датчиків. Функції первинної обробки сигналів та вибір їх параметрів. Обчислення невимірюваних параметрів алгоритмів керування.

7. Міжконтролерні інтерфейси систем управління. Централізована та розподілена шинні архітектури. Параметри шини. Особливості організації та різновиди послідовних інтерфейсів. Параметри інтерфейсу RS-232. Базовий послідовний інтерфейс RS-485 (стандарт на електричні параметри).

8. Мультиплексні канали інформаційного обміну (МКІО). Загальна структура МКІО. Організація обміну інформацією. Стандарти MIL-STD-1553B та ARINC 429 (629). Апаратна реалізація. Характеристики пакетів.

Література

1. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О. Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.: НАУ, 2017. – 264 с.
2. Integrated Modular Avionics Development Guidance and Certification Considerations // RTO-EN-SCI-176/ – René L.C. Eveleens – National Aerospace Laboratory NLR, 2016.
3. Military avionics systems / Ian Moir and Allan G. Seabridge. - John Wiley & Sons, Ltd., 2006. –538 p.
4. Civil avionics systems / Ian Moir and Allan G. Seabridge. - Professional Engineering Publishing, UK, 2003. - 443 p.
5. Харченко В.П. Авіоніка: Навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. - К.: НАУ, 2013.-272 с.

2. Питання за темою «Сучасні системи автономної навігації»

1. Геонавігаційна інформація. Системи земних координат: географічна, ортодромічна, прямокутна, полярна та їх зв'язок.
2. Векторні і растрові карти. Формати цифрової картографічної інформації. Програмні продукти для роботи з цифровою картографічною інформацією.
3. Принципи побудови і функціонування ГІС. Види ГІС. Компоненти ГІС. Повнофункціональні ГІС.
4. Оглядово-порівняльні методи навігації. Принципи побудови оглядово-порівняльних систем навігації.
5. Принципи визначення місця розташування об'єкта методами числення шляху. Реалізація одометричних систем навігації.
6. Інерціальна навігація. Принципи побудови. Види реалізації..
7. Принципи побудови радіонавігаційних систем. Радіотехнічні вимірювачі навігаційних параметрів.
8. Системи автоматичного визначення місцяположення рухомих об'єктів. Принципи побудови. Моделі реалізації систем.
9. Призначення та типи супутникових радіонавігаційних систем (СРНС). Принципи навігаційних вимірювань за допомогою штучних супутників Землі. Структура, склад та основні елементи супутникових радіонавігаційних систем.
10. Ітеративний метод розрахунку координат споживача. Псевдо-далекомірний метод розрахунку координат споживача.
11. Похибки навігаційних визначень. Ефемеридні похибки. Тропосферні і іоносферні похибки. Похибки за рахунок шумів. Похибки через багатоприменове поширення. Похибки частотно-часового забезпечення.
12. Диференційний метод визначення координат. Оцінка похибки. Засоби реалізації методу.

Література

1. Шпак С. В. Автоматизовані системи управління БПЛА : підручник / С. В. Шпак, А. А. Коробко, І. І. Борисюк та ін. - Київ: ВПЦ «Київський університет», 2018. - 504 с.
2. Коваленко О.Є. Системи автоматизованого управління БПЛА. - Київ: Національний авіаційний університет, 2015. - 279 с.
3. Christopher M. Thornton, Burkhard Wünsche, Kerstin Eder, "Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control", Springer, 2008. ISBN: 978-3-540-78759-6. * Paul D. Groves, "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems", Artech House, 2013. ISBN: 978-1-60807-005-3.
4. Gallo Feliciano, Silvio Simoni, "Mobile Robots: Navigation, Control and Remote Sensing", Wiley, 2016. ISBN: 978-1-118-94432-5.

5. Dergachov, K., Kulik, A., & Zymovin, A. (2019). Environments Diagnosis by Means of Computer Vision System of Autonomous Flying Robots. In Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries (pp. 115-137). IGI Global.

6. Shmelova, T., Sikirda, Y., Rizun, N., Kucherov, D., & Dergachov, K. (Eds.). (2019). Automated Systems in the Aviation and Aerospace Industries. IGI Global. експериментальних досліджень [Текст] : Навч. посіб./ Харченко В.П.

7. Харченко В.П. Авіоніка: Навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. - К.: НАУ, 2013.-272 с.

3. Питання за темою «Пілотажно-навігаційні комплекси»

1. Задачі, що вирішують ПНК. Структура ПНК. Тактико-технічні вимоги до ПНК.

2. Призначення, принципи побудови основних підсистем пілотажно-навігаційних комплексів та їх математичне моделювання. Бортовий обчислювальний комплекс. Математичні моделі датчиків навігаційної інформації: математична модель ІНС, математична модель курсової системи, математична модель системи повітряних сигналів, математична модель доплерівського вимірника швидкості і кута знесення, математичні моделі радіосистем ближньої і дальньої навігації, математична модель астросистем, математична модель баровисотоміра та радіовисотоміра.

3. Алгоритми обробки інформації в ПНК. Схема компенсації, її структура та алгоритми оцінювання похибок вимірювання. Схема фільтрації, її структура та алгоритми оцінювання похибок. Алгоритми оцінювання за методом найменших квадратів. Структурна схема. Алгоритми оцінювання за методом максимуму правдоподібності. Структурна схема. Рекурентний метод обробки інформації. Структурна схема.

4. Функціонування ПНК на етапі зльоту та набору висоти. Задачі, що вирішуються ПНК на етапі зльоту та набору висоти. Автоматизація управління на етапі зльоту та набору висоти: автоматизація процесів управління на етапі розбігу; автоматизація управління при зльоті; автоматизація управління на етапі набору висоти.

5. Функціонування ПНК на етапі польоту за маршрутом. Задачі, що вирішуються ПНК на етапі виконання маршрутного польоту. Вимоги до ПНК на етапі польоту за маршрутом. Системи координат, що використовуються в ПНК при розв'язанні задач навігації та управління. Алгоритми визначення основних пілотажно-навігаційних параметрів польоту, загальний підхід до розрахунку надійності літаководіння за технічними характеристиками ЛА та ПНК.

Література

1. Рогожин, В.О. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден [Текст] / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005. – 316с.

2. Синеглазов, В.М., Філяшкін, М.К. Автоматизовані системи управління повітряних суден. [Текст] / В.М. Синеглазов, М.К. Філяшкін. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2004. — 502с.

3. Субота, А.М., Фірсов, С.М. Функціональні системи і інформаційно-вимірювальні комплекси аерокосмічної техніки. Частина 2. Навчальний посібник по лабораторному практикуму. [Текст] / А.М. Субота, С.М. Фірсов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2005. – 55с.

4. Kalashnyk, Ganna & Kalashnyk-Rybalko, Myroslava. (2021). Проблеми забезпечення функціональної стійкості комплексу бортового обладнання сучасного повітряного судна. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 59-65. 10.30748/nitps.2021.44.07.

5. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264 с.

4. Питання за темою «Системи управління літальних апаратів»

1. Закони керування літаками та способи їх реалізації.
2. Літак як об'єкт управління. Поняття про стійкість та керованість літака. Основні системи координат у динаміці польоту. Математичні моделі просторового руху літака.
3. Математичні моделі поздовжнього руху літака. Показники поздовжньої керованості. Вимоги до пілотажних характеристик літака у поздовжньому русі.
4. Математичні моделі бокового руху літака. Передумови розділення повного бокового руху літака на ізольовані види руху. Моделі ізольованих видів бокового руху літака. Показники бічної керованості літака.
5. Системи поліпшення динамічних властивостей контурів штурвального управління. Демпфери тангажу. Автомати поздовжньої стійкості. Автомати поздовжнього керування.
6. Автоматична корекція статичних характеристик поздовжньої керованості.
7. Автомати поліпшення керованості за креном. Автомати перехресного зв'язку.
8. Активні системи управління польотом літака. Структура активної СУЛ. Керування нестійким літаком.
9. Автоматичне управління кутом тангажу. Закони керування, реалізовані у СУЛА. Структура та закони керування автопілотів тангажу.
10. Динамічні параметри та характеристики точності автопілотів тангажу. Типова структура та закони управління перевантажувальних автопілотів.
11. Автоматичне управління кутами крену та рискання. Структура, закони керування, динамічні параметри та характеристики точності автопілотів крену. Класифікація курсових автопілотів. Структура, закони керування, динамічні параметри та характеристики точності курсових автопілотів перехресної схеми.

12. Способи автоматичного керування швидкістю польоту. Особливості керування швидкістю польоту через канал тангажу. Структура та закони керування автоматів тяги. Динамічні параметри та характеристики точності контуру керування швидкістю польоту.

13. Автоматичне та директорне керування зльотом та посадкою. Типові траєкторії зльоту та посадки. Структура контурів автоматичного та директорного керування при заході на посадку. Динамічні властивості контурів керування посадкою. Автоматичне та директорне керування польотом по маршруту.

Література

1. Шпак С. В. Автоматизовані системи управління БПЛА : підручник / С. В. Шпак, А. А. Коробко, І. І. Борисюк та ін. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2018. – 504 с.

2. Коваленко О.Є. Системи автоматизованого управління БПЛА. – Київ: Національний авіаційний університет, 2015. – 279 с.

3. Немшилов, Ю.О. Моделі систем управління літальними апаратами та методи експериментальних досліджень [Текст]: Навч. посіб./ Ю.О. Немшилов. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", 2019. – 160 с.

4. Харченко, В.П. Авіоніка: Навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов. – К.: НАУ, 2013. – 272 с.

Гарант освітньої програми «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

д.т.н., професор



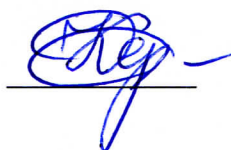
Володимир СВИЩ

Програму розглянуто й узгоджено на випусковій кафедрі Систем управління літальних апаратів (№ 301)

Протокол № 9 від «27» лютого 2025 р.

Завідувач кафедри 301

к.т.н., с.н.с.



Костянтин ДЕРГАЧОВ

ПОГОДЖЕНО

Проректор

з наукової роботи університету

д.т.н., професор



Володимир ПАВЛІКОВ

Завідувач відділу

аспірантури і докторантури



Володимир СЕЛЕВКО