

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра систем управління літальних апаратів (№ 301)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 Анатолій КУЛІК
(підпис) (ініціали та прізвище)

«25» 08 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ВИПРОБУВАННЯ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ СИСТЕМ АВІОНІКИ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

Спеціальність: 173 «Авіоніка»

Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»

Форма навчання: денна

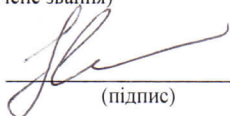
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2023 рік

Розробник програми:

Чумаченко О.В., доцент кафедри систем управління літальних апаратів (№301)

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)

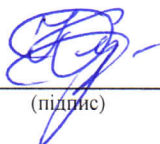


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Систем управління літальних апаратів (№ 301)

Протокол № 1 від “ 25 ” серпня 2023 р.

Завідувач кафедри 301 к.т.н., доцент



(підпис)

Костянтин ДЕРГАЧОВ

(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3	<p>Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»,</p> <p>Спеціальність: 173 «Авіоніка»</p> <p>Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»</p> <p>Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2022/2023
Індивідуальне завдання: – розрахункова робота		Семестр
Загальна кількість годин кількість годин аудиторних занять*/ загальна кількість годин 32 / 90		2-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лекції*
Семестр 2		16 годин
Аудиторних – 2 год.		Практичні, семінарські*
Самост. роботи – 3,6 год.		16 годин
		Лабораторні*
	–	
	Самостійна робота	
	58 годин	
	Вид контролю	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 32 / 58.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: систематизація знань та умінь в галузі тестування апаратних засобів та програмного забезпечення систем авіоніки, оволодіння методологією розробки програм та процедур тестування, використання сучасних програмних пакетів для моделювання роботи систем авіоніки для формування еталонів.

Завдання: отримання навичок тестування апаратних засобів та програмного забезпечення (системного та прикладного), використання методів моделювання роботи систем авіоніки, ознайомлення з переліком та змістом державних стандартів у частині тестування апаратних засобів та програмного забезпечення, отримання навичок у частині формування звітної документації, включаючи оцінювання точність та похибку замірів при тестуванні.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми для спеціальності 173 «Авіоніка» студенти повинні досягти таких компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- ЗК2. Здатність працювати в міжнародному контексті.
- ЗК3. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК4. Навички здійснення безпечної діяльності.
- ЗК6. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК2. Здатність проектувати та сертифікувати системи авіоніки та інформаційні системи літальних апаратів і наземних комплексів.
- ФК5. Здатність оцінювати технічні, економічні, екологічні, безпекові та інші ризики при проектуванні та впровадженні систем авіоніки та інформаційних систем літальних апаратів і наземних комплексів.

Програмні результати навчання:

- ПРН1. Відшукувати необхідні дані в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах, аналізувати науково-технічну літературу у вітчизняних та закордонних джерелах для визначення стану та пошуку сучасних та перспективних розробок у професійній діяльності.
- ПРН2. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері авіоніки та широкого кола інженерних питань, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.
- ПРН3. Забезпечувати безпеку власної діяльності та діяльності підлеглих.
- ПРН5. Проектувати і досліджувати навігаційні прилади літальних апаратів, системи навігації та орієнтації літальних апаратів, у тому числі з використанням систем автоматизованого проектування.
- ПРН10. Будувати та досліджувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі систем авіоніки та інформаційних систем літальних апаратів і наземних комплексів з використанням відповідних методів та спеціалізованого програмного забезпечення.
- ПРН11. Розв'язувати багатокритеріальні задачі прийняття рішень в умовах неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог, аналізувати альтернативи, будувати прогнози, оцінювати ризики, в тому числі при розробці та впровадженні технологій виготовлення, випробуваннях та сертифікації систем авіоніки.

Пререквізити:

Сучасні методи побудови і моделювання систем управління. Проектування та програмування контролерів систем управління. Проектування автономних навігаційних систем.

Кореквізити:

Кваліфікаційна робота магістра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Принципи тестування апаратних засобів та програмного забезпечення

Змістовий модуль 1. Принципи тестування апаратних засобів та програмного забезпечення систем авіоніки у частині індивідуальних тестів.

Тема 1. Вступ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Основні тенденції розвитку програмно-технічних комплексів (ПТК) систем авіоніки, та їх проектування і тестування.

Тема 2. Опис процесу проектування ПТК. Етапи експериментального відпрацювання ПТК.

Тема 3. Показники надійності ПТК. Класифікація відмов та показники безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності, збереження. Методи розрахунків надійності (по інтенсивності відмов, за даними експлуатації, за допомогою коефіцієнтного методу). Методи підвищення надійності. Показники ефективності. Оцінка надійності ПЗ ПТК.

Тема 4. Технологія відпрацювання ПЗ ПТК. Моделювання ПЗ ПТК і об'єкту автоматизації. Цілі і етапи відпрацювання ПЗ ПТК. Визначення понять верифікації і валідації. Класифікація видів моделювання. Завдання і основні принципи моделювання. Фази життєвого циклу математичної моделі. Типові структурні схеми і приладовий склад стендів моделювання.

Тема 5. Верифікація і валідація ПЗ ПТК. Методи планування експериментів. Вимоги до об'ємів експериментів. Особливості верифікації прикладного і системного ПЗ. Стандартні інструментальні засоби верифікації ПЗ. Порівняльний аналіз інструментальних засобів верифікації ПЗ.

Тема 6. Автоматизація верифікації і валідації прикладного і системного ПЗ ПТК авіоніки. Принципи побудови і типова структура бази даних (БД) верифікації ПЗ. Принципи автоматизованої обробки результатів верифікації. Відмінність процесу верифікації і валідації. Вимоги стандартів по валідації ПЗ для транспортної галузі.

Модульний контроль: Захист практичних робіт.

Модуль 2. Технологія тестування систем управління для галузі авіоніки

Змістовий модуль 2. Технологія тестування систем авіоніки.

Тема 7. Експериментальне відпрацювання апаратури(технічних засобів) ПТК. Цілі і завдання експериментального відпрацювання апаратури ПТК. Автономні лабораторно-відробіткові випробування (вибір параметрів і устаткування, тестове устаткування, метрологічне забезпечення, стадії випробувань, документування результатів і звітність). Спільні відробіткові автономні випробування(етапи випробувань – електричні, механічні і кліматичні; технологія і устаткування для проведення випробувань).

Тема 8. Комплексні випробування ПТК. Призначення комплексного відпрацювання ПТК. Принципи побудови комплексного стенду. Типові структури комплексних стендів для транспортної галузі. Лабораторно-відробіткові випробування у складі комплексного стенду. Спільні відробіткові випробування апаратури і ПЗ ПТК у складі комплексного стенду(перевірка відповідності конструкторській документації, енергозавантажених режимів, резервування, електромагнітної сумісності, алгоритмічного забезпечення).

Тема 9. Приймально-здаточні випробування ПТК. Цілі і завдання приймально-здаточних випробувань ПТК. Принципи побудови і структура технічних умов на ПТК. Правила приймання ПТК. Складання програми проведення приймально-здаточних випробувань ПТК. Структура звітної документації.

Тема 10. Сертифікаційні і періодичні випробування ПТК. Призначення сертифікаційних і періодичних випробувань ПТК. Вимоги державних стандартів до проведення і оформлення результатів сертифікаційних випробувань ПТК. Роль державних органів по сертифікації продукції. Міжнародні правила визнання сертифікатів продукції.

Вимоги до періодичних випробувань. Відмінності випробування серії і партії від випробувань одиничних ПТК.

Модульний контроль: Захист практичних робіт. Захист домашнього завдання.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Семестр 2					
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Принципи тестування апаратних засобів та програмного забезпечення					
Тема 1. Вступ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Основні тенденції розвитку програмно-технічних комплексів авіоніки, та їх проектування і тестування.	6	2			4
Тема 2. Опис процесу проектування ПТК. Етапи експериментального відпрацювання ПТК.	6	1			5
Тема 3. Показники надійності ПТК. Класифікація відмов та показники безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності, збереження. Методи розрахунків надійності. Методи підвищення надійності.	10	2	2		6
Тема 4. Технологія відпрацювання ПЗ ПТК. Цілі і етапи відпрацювання ПЗ ПТК. Визначення понять верифікації і валідації. Класифікація видів моделювання. Завдання і основні принципи моделювання. Типові структурні схеми стендів моделювання.	9	1	2		6
Тема 5. Верифікація і валідація ПЗ ПТК. Методи планування експериментів. Вимоги до об'ємів експериментів. Стандартні інструментальні засоби верифікації ПЗ. Порівняльний аналіз інструментальних засобів верифікації ПЗ.	12	2	3		7
Тема 6. Автоматизація верифікації і валідації прикладного і системного ПЗ ПТК. Принципи побудови і типова структура БД верифікації ПЗ. Принципи автоматизованої обробки результатів верифікації. Відмінність процесу верифікації і валідації. Вимоги	11	2	3		6

стандартів.					
Разом за змістовним модулем 1	54	10	10		4
Модуль 2					
Змістовий модуль 2. Технологія тестування систем автоматизації.					
1	2	3	4	5	6
Тема 7. Експериментальне відпрацювання апаратури(технічних засобів) ПТК. Цілі і завдання експериментального відпрацювання апаратури ПТК. Автономні лабораторно-відробіткові випробування. Спільні відробіткові автономні випробування.	13	1	3		9
Тема 8. Комплексні випробування ПТК. Призначення комплексного відпрацювання ПТК. Принципи побудови комплексного стенду. Типові структури комплексних стендів для авіакосмічної галузі. Лабораторно-відробіткові випробування у складі комплексного стенду. Спільні відробіткові випробування апаратури і ПЗ ПТК.	11	1	3		7
Тема 9. приймально-здаточні випробування ПТК. Цілі і завдання приймально-здаточних випробувань ПТК. Принципи побудови і структура технічних умов на ПТК. Правила приймання ПТК. Складання програми проведення приймально-здаточних випробувань ПТК. Структура звітної документації.	7	2			5
Тема 10. Сертифікаційні і періодичні випробування ПТК. Призначення сертифікаційних і періодичних випробувань ПТК. Вимоги державних стандартів до проведення і оформлення результатів сертифікаційних випробувань ПТК. Міжнародні правила визнання сертифікатів продукції. Вимоги до періодичних випробувань. Відмінності випробування серії і партії від випробувань одиничних ПТК.	5	2			3
Усього годин за модулем 2	36	6	6		24
Усього годин	90	16	16		58

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені	
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Освоєння методів розрахунків надійності	2
2	Створення моделі прикладного ПЗ	2
3	Створення моделі об'єкту авіоніки	2
4	Створення сценарію і контрольних прикладів для верифікації ПЗ ПТК	4
5	Випробування на електромагнітну сумісність апаратури ПТК	4
6	Дія випадкової вібрації при випробуванні апаратури ПТК	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачені	
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

1	Етапи експериментального відпрацювання ПТК	5
2	Показники надійності ПТК	5
3	Комп'ютерне моделювання ПТК	20
4	Верифікація і валідація ПТК	9
5	Комплексні випробування ПТК	7
6	Пріймально-здаточні випробування ПТК	6
7	Сертифікаційні і періодичні випробування ПТК	6
	Разом	58

9. Індивідуальні завдання

Назва індивідуального завдання	Кількість годин
Розрахункова робота на тему «Розрахунок параметрів надійності апаратних засобів систем авіоніки»	10

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (за необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді оцінювання практичних робіт, виконання та захист розрахункової роботи; семестровий контроль – іспит.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Семестр 1			
Змістовний модуль 1			
Виконання практичних робіт	3...5	5	15...25
Захист практичних/ робіт	3...5	5	15...25

Модульний контроль	6...10	1	6...10
Змістовний модуль 2			
Виконання практичних робіт	3...5	2	6...10
Захист практичних робіт	3...5	2	6...10
Модульний контроль	12...20	1	12...20
Усього за семестр 2			60...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох запитань. Перше запитання – теоретичне, максимальна кількість балів становить 20. Друге запитання – задача для розв’язання, максимальна кількість балів – 40. Третє запитання – лабораторне (стендове), максимальна кількість балів – 40.

Приклади екзаменаційних білетів

Білет 1

- 1. Теоретичне запитання.** Методи розрахунків надійності ПТК.
- 2. Теоретичне запитання.** Інструментальні засоби верифікації ПЗ.
- 3. Задача для розв’язання.** Побудувати елементарну математичну модель прикладного ПЗ (Текст програмного модуля додається).

Білет 2

- 1. Теоретичне запитання.** Принципи побудови та типова структура БД верифікації ПЗ.
- 2. Теоретичне запитання.** Спільні відробіткові випробування апаратури та ПЗ ПТК у складі комплексного стенда.
- 3. Задача для розв’язання.** Виконати розрахунок потоку відмов та напрацювання на відмову на основі методу середньогрупових значень інтенсивностей відмов (структурна схема надійності апаратного модуля додається).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- опис процесу проектування ПТК та етапи експериментального відпрацювання ПТК;
- показники надійності ПТК, методи розрахунків надійності та класифікація відмов;
- технологія відпрацювання ПЗ ПТК, класифікація видів моделювання;
- верифікація і валідація ПЗ ПТК, методи планування експериментів, вимоги до об’ємів експериментів, стандартні інструментальні засоби верифікації ПЗ;
- автоматизація верифікації і валідації прикладного і системного ПЗ ПТК та принципи побудови і типова структура БД верифікації ПЗ;
- етапи експериментального відпрацювання апаратури;
- комплексні випробування ПТК та принципи побудови комплексного стенду;
- правила приймання ПТК;
- сертифікаційні і періодичні випробування ПТК.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- застосовувати методи розрахунків надійності;
- створювати моделі прикладного ПЗ;
- створювати моделі об’єкту авіоніки;
- створювати сценарію і контрольних прикладів для верифікації ПЗ ПТК;
- обчислювати данні при випробуванні на електромагнітну сумісність апаратури ПТК
- обчислювати данні при випробуванні на випадкову вібрацію при випробуванні апаратури ПТК.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

1. Оцінка в межах 90...100 балів виставляється студенту, який твердо знає: процес проектування ПТК та етапи експериментального відпрацювання ПТК; показники надійності ПТК, методи розрахунків надійності та класифікації відмов; технологію відпрацювання ПЗ ПТК, класифікацію видів моделювання; верифікацію і валідацію ПЗ ПТК, методи планування експериментів, вимоги до об'ємів експериментів, стандартні інструментальні засоби верифікації ПЗ; засоби автоматизації верифікації і валідації прикладного і системного ПЗ ПТК та принципи побудови і типова структура БД верифікації ПЗ; етапи експериментального відпрацювання апаратури; етапи комплексних випробувань ПТК та принципи побудови комплексного стенду; правила приймання ПТК; етапи сертифікаційних і періодичних випробувань ПТК.

При цьому студент використовуючи знання з дисципліни, повно та правильно відповідає на всі питання, які були поставлені перед ним. У всіх відповідях студент, не допустив суттєвих неточностей, вільно користується навчальною та науково-технічною літературою з питань дисципліни.

Який проявляє вміння логічно і чітко скласти свою відповідь, розв'язати типову задачу та практичне завдання, а також відповідати на всі додаткові питання.

Зменшення кількості балів в межах 90...100 можливе при неточних формулюваннях у відповідях на додаткові запитання.

2. Оцінка в межах 83...89 балів виставляється студенту:

2.1 Який має достатньо глибокі знання з теоретичної частини дисципліни (п. 1), правильно розв'язав практичне (лабораторне) завдання, але його відповіді не є чіткими.

2.2 Зменшення кількості балів можливе при неточності у формулюваннях та неповних відповідях на теоретичні або практичні запитання.

3. Оцінка в межах 75...82 бали виставляється студенту:

3.1 Який має тверді знання з теоретичної частини дисципліни (п. 1), розв'язав задачу правильно, але нераціональним способом, виконав практичне (лабораторне) завдання, але його відповіді на деякі запитання не є повними.

3.2 Зменшення кількості балів в межах 75...82 бали можливе за неточні відповіді на теоретичні додаткові запитання.

4. Оцінка в межах 68...74 бали виставляється студенту:

4.1 Який володіє теоретичним матеріалом (з п. 1) не в повному обсязі, допустив помилки у вирішенні задачі або практичного (лабораторного) завдання, його відповіді на запитання не є повними.

4.2 Зменшення кількості балів в межах 68...74 бали можливе за неточні та неповні відповіді на додаткові запитання.

5. Оцінка в межах 60...67 виставляється студенту:

5.1 Який невпевнено володіє теоретичним матеріалом (з п. 1), вирішив задачу або практичне (лабораторне) завдання з грубими помилками, не відповів на деякі додаткові запитання.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Все методичне забезпечення в електронному вигляді розміщене на облачному ресурсі каф. 301. Автор всіх розробок – доцент каф. 301 Чумаченко О.В. Шлях для ознайомлення і скачування:

<https://drive.google.com/drive/folders/1okK3Mu9vgKR9wzfn94LumJfVMMAD9cls>

Розміщення НКМД дисципліни у системі дистанційного навчання Ментор:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2999>

14. Рекомендована література

Базова

1. Батирев О.І., Батирев Б.І. та інші. Експериментальне відпрацювання систем управління об'єктів ракетно-космічної техніки – Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", НВП "Хартрон-Аркос", 2008. – 501 с.
2. Яковина, В.С. Основи теорії надійності програмних систем / В. С. Яковина, М. М. Сенів. – Львів : Видавництво «Львівська політехніка», 2020. – 248 с.
3. Канер Сем. Тестування програмного забезпечення: пер. з англ. / Сем Канер, Джек Фолк, Енг Кек Нгуен. – К.: Діасофт, 2001. – 544 с.
4. Формалізація вимог щодо проведення випробувань на випадкову вібрацію обладнання систем управління безпілотних літальних апаратів вертолітного типу / О.В.Чумаченко, І.В. Корсиченко, Ю.І. Малєєва, // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – Харків : «ХАІ», 2016. – № 3(130) травень-червень 2016. – С. 92–97.
5. Оцінка програмного забезпечення систем залізничного транспорту станційного рівня на відповідність вимогам українських стандартів / О.В. Чумаченко, Є.А. Суліма, // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Український державний університет залізничного транспорту; Дніпро, 2020. – № 1 – С. 34–40.
6. Павлюк, О.М. Основи теорії надійності технічних систем / О. М. Павлюк, М. О. Медиковський, Н.К. Лиса та ін. – Львів : Видавництво «Львівська політехніка», 2021. – 208 с.

Допоміжна

1. ДСТУ 3021-95 Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення. Чинний 1996-01-01
2. ДСТУ 3593-97 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Джерела електроживлення. Методи випробування на кондуктивні радіозавади. Чинний 1998-07-01
3. ДСТУ 6099:2009 Методи випробування на стійкість до механічних зовнішніх чинників, що впливають на машини, прилади та інші технічні вироби. Випробування на вплив випадкової ширококутної вібрації з використанням цифрової системи керування випробуванням. Чинний 2009-07-01
4. ДСТУ 7655:2014 Вироби електронної техніки. Загальні вимоги щодо надійності та методи випробування. Чинний 2015-07-01
5. ДСТУ 30428:2004 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Радіозавади індустриї від апаратури проводового зв'язку. Норми та методи випробування. Чинний 2005-07-01

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри 301: k301.khai.edu.