

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

Кафедра «Інтелектуальні вимірювальні системи та інженерія якості» (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

 О.М.Чугай
« 31 » 2022 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ ЗАСОБІВ
ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 153 Мікро- та наносистемна техніка
(код і найменування спеціальності)

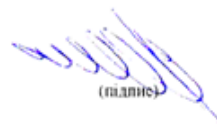
Освітня програма: Мікро- та наносистемна техніка
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Розробник: Шевченко В. І., доцент каф. 303, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри
Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 29 » 08 2022 р.

Завідувач кафедри к.т.н.  В.П. Сіроклин
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (Денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань <u>15 Автоматизація та приладобудування</u> (шифр та найменування) Спеціальності <u>153 Мікро- та наносистемна техніка</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Мікро- та наносистемна техніка</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 4		2022/ 2023
Індивідуальне завдання <u>РГР</u> (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 64 / 135		7-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студентів - 4,5		32 години
		Практичні, семінарські*
		16 годин
		Лабораторні *
	16 годин	
	Самостійна робота	
	71 година	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $64/71 = 0,9$

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: ознайомити з методикою розробки конструкції приладу з урахуванням технічного завдання, вимог та програмних засобів для розрахунку та конструювання.

Завдання: навчити розробляти конструкцію приладу по технічному завданню з урахуванням вимог та програмних засобів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК1. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК9. Здатність бути критичним і самокритичним.

ФК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ФК4. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.

ФК6. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці приладів фізичного та біомедичного призначення.

ФК7. Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.

ПРН4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, нанoeлектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.

ПРН5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

ПРН9. Розуміти застосування методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.

ПРН10. Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

Пререквізити: інженерна графіка, фізика, технічна механіка, електронні пристрої вимірювальної техніки, технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки.

Кореквізити: основи взаємоузгодження у ЗВТ, контроль та діагностика ЗВТ, автоматизація вимірювань.

3. Програма навчальної дисципліни

7-й семестр

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Ієрархічна побудова модулів.

Тема 1. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Основні поняття та визначення. Методи конструювання електронної апаратури, переваги і недоліки методів.

Тема 2. Ієрархічна структура несучих конструкцій приладів. Складові ієрархічної структури. Вимоги до несучих конструкцій. Типи конструктивних модулів електронної апаратури, переваги та недоліки. Приклади конструктивних рішень приладів.

Тема 3. Умови експлуатації засобів вимірювальної техніки. Дія механічних, радіаційних та кліматичних факторів. Середньостатистичні дані характеристик механічних впливів для різних видів транспорту.

Змістовний модуль 2. Друкована плата.

Тема 4. Друкована плата та критерії вибору її конструкції. Число шарів друкованої плати. Матеріал основи друкованої плати, фізико-механічні властивості матеріалів. Габарити друкованої плати та густина друкованого малюнку. Топологічне конструювання друкованою плати.

Тема 5. Компонування друкованої плати. Методи кріплення навісних елементів на платі. Особливості установа мікросхем та напівпровідникових приладів.

Тема 6. Методи кріплення друкованих вузлів в корпусі приладу. Особливості конструювання каркасних та безкаркасних вузлів.

Модуль 2.

Змістовний модуль 3. Захист приладів від механічних впливів.

Тема 7. Вплив умов експлуатації на працездатність друкованих вузлів. Математичне моделювання способів кріплення навісних елементів та друкованих плат.

Тема 8. Власна частота коливань математичних моделей кріплення елементів. Умови механічного резонансу. Розрахунок виводів навісних елементів на віброміцність та статичну міцність.

Тема 9. Власна частота коливань друкованої плати. Розрахунок друкованих вузлів на жорсткість. Ребра жорсткості, їх види, матеріали та характеристики поперечного перетину. Вплив ребер жорсткості на працездатність вузлів.

Тема 10. Загальна характеристика способів захисту приладів від механічних впливів. Методи підвищення жорсткості конструкції. Амортизатори, їх типи та особливості будови. Умови раціонального монтажу амортизаційної системи. Розрахунок амортизаторів.

Змістовий модуль 4. Температурний режим приладів.

Тема 11. Теплофізичні основи конструювання приладів. Поняття теплообміну. Способи теплообміну. Характеристики теплообміну. Теплове коло. Температурний режим приладів. Розрахунок теплових характеристик приладів.

Тема 12. Захист засобів вимірювальної техніки від теплового впливу. Забезпечення надійного теплового контакту на шляху передачі теплового потоку. Способи охолодження приладів, переваги та недоліки.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Ієрархічна побудова модулів					
Тема 1. Предмет і задачі дисципліни.	2	2			
Тема 2. Ієрархічна структура несучих конструкцій приладів.	12	4		4	4
Тема 3. Умови експлуатації.	6	2			4
Разом за змістовним модулем 1	20	8		4	8
Змістовий модуль 2. Друкована плата					
Тема 4. Друкована плата.	4	2			2
Тема 5. Компонування друкованої плати.	12	2	2	4	4
Тема 6. Методи кріплення друкованої плати.	6	2			4
Разом за змістовним модулем 2	22	6	2	4	10
Модульний контроль	4				4
Усього годин за модулем 1	46	14	2	8	22
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Захист приладів від механічних впливів					
Тема 7. Вплив умов експлуатації на працездатність приладів.	6	2		2	2
Тема 8. Розрахунок виводів навісних елементів.	13	2	6		5
Тема 9. Розрахунок друкованих вузлів на жорсткість.	13	4	4		5

Тема 10. Захисту приладів від механічних впливів.	9	4		2	3
Разом за змістовим модулем 3	41	12	10	4	15
Змістовий модуль 4. Температурний режим приладів					
Тема 11. Теплофізичні основи конструювання приладів.	12	4	4		4
Тема 12. Захист засобів вимірювальної техніки від теплового впливу.	10	2		4	4
Разом за змістовим модулем 4	22	6	4	4	8
Модульний контроль	4				4
Усього годин за модулем 2	67	18	14	8	27
Індивідуальне завдання	12				12
Іспит	10				10
Усього годин	135	32	16	16	71

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-	-	-

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Компонування друкованої плати.	2
2	Розрахунок власної частоти коливань навісного елемента.	2
3	Розрахунок математичної моделі кріплення навісного елемента на навантажених виводах.	2
4	Розрахунок математичної моделі кріплення навісного елемента на напівнавантажених виводах.	2
5	Розрахунок власної частоти коливань друкованої плати.	2
6	Розрахунок друкованих плат на міцність та жорсткість.	2
7	Теплове коло та його розрахунок.	2
8	Розрахунок температури радіоелемента на радіаторі.	2
	Разом з дисципліни	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Особливості конструкції приладу при паралельному розміщенні плат.	2
2	Особливості конструкції приладу з використанням принципу висувної комірки.	2
3	Методи кріплення друкованих плат.	2
4	Кріплення навісних елементів на платі на навантажених та напівнавантажених виводах.	2
5	Типи з'єднувачів та їх установа на друковану плату.	2
6	Вплив габаритного критерію пластини на її жорсткість.	2
7	Конструювання амортизаційної системи.	2
8	Захист приладів від теплового впливу при використанні природного повітряного охолодження.	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ієрархічна структура модулів і несучих конструкцій (тема 2).	4
2	Умови експлуатації (тема 3).	4
3	Друкована плата (тема 4).	2
4	Компонування друкованої плати (тема 5).	4
5	Методи кріплення друкованої плати (тема 6).	4
6	Вплив умов експлуатації на працездатність вузлів (тема 7).	2
7	Розрахунок виводів навісних елементів (тема 8).	5
8	Розрахунок друкованих вузлів (тема 9).	5
9	Захист приладів від механічних впливів (тема 10).	3
10	Теплофізичні основи конструювання приладів (тема 11).	4
11	Захист приладів від теплового впливу (тема 12).	4
12	Індивідуальне завдання	12
	Підготовка до модульного контролю та іспиту	18
	Разом з дисципліни	71

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунків згідно до умов задач РГР.

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання та захист практичних робіт	0...2	1	0...2
Виконання та захист лабораторних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	9	0...9
Виконання та захист практичних робіт	0...2	7	0...14
Виконання та захист лабораторних робіт	0...2	4	0...8
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Виконання індивідуального завдання	0...22	1	0...22
Всього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного запитання. Максимальна кількість балів за кожне теоретичне питання - 35, за практичне запитання – 30 (сума – 100 балів).

Якісні критерії оцінювання

Для отримання позитивної оцінки необхідно знати: методи конструювання електронної апаратури, ієрархічну структуру несучих конструкцій; умови експлуатації приладів; критерії вибору друкованих плат; методи кріплення навісних елементів на платі та самих друкованих плат; розрахунок навісних елементів та друкованих вузлів; методи захисту приладів від механічних впливів; умови вибору та розрахунок амортизаторів; способи

теплообміну; температурний режим приладів; захист приладів від теплової дії.

Для одержання позитивної оцінки необхідно вміти: вибрати та обґрунтувати тип конструкції приладу в залежності від умов експлуатації, рівня відповідальності та економічних чинників; скомпонувати математичну модель та виконати розрахунок на міцність та жорсткість; вибрати спосіб кріплення друкованого вузла та довести його працездатність; вибрати спосіб захисту приладу від впливу механічних факторів та перевірити його ефективність; вибрати спосіб охолодження приладу та виконати розрахунок теплових характеристик.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати методи конструювання електронної апаратури, умови експлуатації, методи кріплення навісних елементів. Вміти вибрати тип конструкції приладу, скомпонувати математичну модель кріплення навісного елемента та друкованої плати.

Добре (75-89). Твердо знати лекційний матеріал та здати тестування. Знати методи розрахунку навісних елементів та друкованих вузлів на міцність та жорсткість. Знати питання захисту приладів від механічних впливів. Вміти вибрати спосіб захисту приладу від механічних впливів, скласти теплове коло.

Відмінно (90 - 100). В повному обсязі знати основний та додатковий матеріал і вміти застосовувати його. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Вміти аналізувати працездатність електронної апаратури в реальних умовах експлуатації. Знати способи захисту приладів від механічних впливів та дії температури.

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

1. Комплекс НМКД за дисципліною «Основи конструювання засобів вимірювальної техніки»: <https://khai.edu.ua/>.

2. Сухобрус А.А., Ткаченко В.А. Конструирование печатных узлов. Учебное пособие. Харьков: ХАИ, 1990. – 105с.

3. Кошовий М.Д. Конструювання вузлів і приладів вимірювально-обчислювальних комплексів. Навч. посібник для студентів приладобудівних і радіотехнічних спеціальностей вищих закладів освіти. Харків: ФАКТ – Нац.аерокосм.ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2000-179 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. КОНСТРУЮВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕХНІКИ РЕЄСТРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ: У 3-х кн. Кн. 2. ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ: Навчальний посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. За загальною редакцією В. С. Лазебного – К.: «КАФЕДРА», 2015. – с.: іл.

2. Основи конструювання засобів вимірювальної техніки: підруч./ М.Д. Кошовий, В.О. Книш, О.В. Заболотний та ін.. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2010. – 234 с.

Допоміжна

1. Горобец А.И., Степаненко А.И., Коронкевич В.М. Справочник по конструированию радиоэлектронной аппаратуры (печатные узлы). Киев: техника, 1985. – 312с.

2. Майоров С.А., Крутовских С.А., Смирнов А.А. Электронные вычислительные машины: Справочник по конструированию. Под редакцией С.А. Майорова. М.: Сов. радио, 1975. – 504с.

15. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри 303: <https://k303.khai.edu/>