

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

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем
та інженерії якості (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



А. С. Кулік
(ініціали та прізвище)

2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СИСТЕМ АВІОНІКИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність: 173 «Авіоніка»
(код та найменування спеціальності)

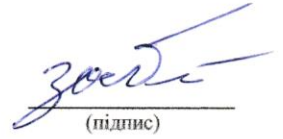
Освітня програма: «Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

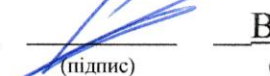
Харків 2023 рік

Розробник: Заболотний В.А., доцент, к. т. н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

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

Протокол № 1 від « 24 » 08 2023 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	<p>Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр та найменування)</p> <p>Спеціальність <u>173 «Авіоніка»</u> (код та найменування)</p> <p>Освітня програма <u>«Системи автономної навігації та адаптивного управління літальних апаратів»</u> (найменування)</p> <p>Рівень вищої освіти: другий (магістерський)</p>	Цикл загальної (професійної) підготовки (вказати який цикл) Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – кількість годин аудиторних занять ¹⁾ / загальна кількість годин 40/120		<u>2</u> -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: - аудиторних – 2,5; - самостійної роботи студента – 5		Лекції¹⁾
		<u>16</u> годин
	Практичні, семінарські¹⁾	
	<u>24</u> годин	
	Лабораторні¹⁾	
	–	
	Самостійна робота	
	<u>80</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $40/80 = 0,5$.

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння здобувачами основних принципів розробки сучасних технологій виготовлення елементів систем управління ЛА – систем авіоніки.

Завдання: сформувати у студентів чітку систему основ теоретичних знань, практичних вмінь і навичок стосовно застосування сучасних технологій виробництва елементів СУ, самостійного моделювання та дослідження на ПЕОМ процесу реалізації технологій виробництва елементів СУ, визначення тактико-технічних характеристик, що підтверджують номінальну якість виробів.

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

Загальні:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК12. Навики здійснення безпечної діяльності.

Фахові:

ФК1. Вміння використовувати базові знання основних національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актів в галузі авіоніки з метою постійного вдосконалювання своєї професійної діяльності.

ФК4. Здатність розробляти технічні завдання на проектування і виготовлення систем управління літальних апаратів та засобів технологічного оснащення, вибирати обладнання й технологічне оснащення.

ФК6. Вміння аналізувати системи авіоніки, формувати архітектуру систем навігації та автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми, що є складовими загальної системи та взаємозв'язки поміж ними.

ФК7. Вміння визначати склад випробувального обладнання необхідного для проведення експериментів по визначенню характеристик і параметрів систем управління літальних апаратів.

ФК9. Вміння впроваджувати досягнення вітчизняної та закордонної науки та техніки, використовувати інноваційний досвід у галузі авіоніки.

ФК10. Вміння оцінювати техніко-економічну ефективність проектування систем управління літальних апаратів.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Використовувати різні форми представлення систем авіоніки та описувати їх різними методами (вербально, графічно, формально), аналізувати ситуації, що можуть виникати, під час їх функціонування.

ПРН2. Використовувати базові знання основних національних, європейських та міжнародних нормативно-правових актів у галузі авіоніки з метою постійного вдосконалювання своєї професійної діяльності.

ПРН5. Розробляти технічні завдання на проектування систем управління літальних апаратів та засобів технологічного оснащення, вибирати обладнання й технологічне оснащення.

ПРН7. Аналізувати та створювати архітектуру систем автоматичного управління літальних апаратів, виділяти підсистеми та об'єкти, що є складовими системи, та взаємозв'язки між ними.

ПРН8. Визначати структуру і параметри випробувального обладнання для проведення експериментів по визначенню характеристик приладів та систем управління літальних апаратів, параметрів їх вузлів та виробів.

ПРН10. Оцінювати техніко-економічну ефективність проектування систем навігації та управління літальних апаратів.

Пререквізити - фізика, хімія, математика, загальна електротехніка.

Кореквізити – конструювання систем керування літальними апаратами та комплексами.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Технологічні процеси мікроелектроніки.

Тема 1. Вступ. Основні технологічні процеси для виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем (ІС). Електрохімічні методи одержання р – n переходів. Дифузія. Двухстадійна дифузія. Епітаксія. Іонне легування. Вакуумне напилення. Катодне розпилення. Електролітичне та хімічне осаджування. Оксидне маскування. Фотолітографія. Травлення.

Тема 2. Технологічні процеси виготовлення транзисторів ІС.

Виготовлення планарного біполярного транзистора. Виготовлення польових транзисторів з управляючим р – n переходом, з встроєним каналом та з індукованим каналом (МДП – транзистори).

Тема 3. Утворення пасивних елементів ІС. Плівкові резистори. Резистори в монолітних ІС. Плівкові конденсатори. Конденсатори в вигляді закритого р – n переходу. Індуктивності. Внутрисхемні з'єднання. Ізолювання елементів в монолітних ІС. Два методи ізолювання. Ізолювання за допомогою додаткового р – n переходу. Ізолювання за допомогою діелектрика.

Тема 4. Мікромонтаж кристалів ІС. Розподіл пластин на модулі. Встановлення (закріплення) кристалів ІС. Електричне з'єднання виводів контактних площадок кристала з контактними площадками корпусу чи плати.

Тема 5. Технологія виготовлення гібридних мікросхем та мікроскладень. Тонкоплівкова технологія. Товстоплівкова технологія.

Модульний контроль.

Модуль 2.**Змістовний модуль 2. Технологічні процеси наноелектроніки.**

Тема 1. Нанотехнології. Графен, фулерени, ендофулерени, способи їх створення, фізичні властивості та сфери використання.

Тема 2. Вуглецеві нанотрубки, піподи, способи їх створення та властивості. Пристрої на основі нанотрубок.

Тема 3. Наноструктури та елементи наноелектроніки. Квантово-механічні властивості електрона. Основні типи наноструктур.

Тема 4. Одноелектронні елементи наноелектроніки. Одноелектронне тунелювання. Квантові обчислювальні пристрої. Реалізація наноприладів.

Модульний контроль.**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					
Змістовний модуль 1. Технологічні процеси мікроелектроніки					
Тема 1. Вступ. Основні технологічні процеси виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем (ІС).	10,5	1,5	4		5
Тема 2. Технологічні процеси виготовлення транзисторів ІС	10	1			5
Тема 3. Утворення пасивних елементів ІС	19	1	10		8
Тема 4. Мікромонтаж кристалів ІС	11,5	1,5	4		6
Тема 5. Технологія виготовлення гібридних мікросхем та мікроскладень	15	1	6		8
Модульний контроль	6				6
Разом за змістовним модулем 1	68	6	24		38
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Технологічні процеси наноелектроніки					
Тема 1. Графен, фулерени, ендофулерени, способи їх створення, фізичні властивості та сфери використання	9	2			7
Тема 2. Вуглецеві нанотрубки, піподи, способи їх створення та властивості. Пристрої на основі нанотрубок	10	2			8

1	2	3	4	5	6
Тема 3. Наноструктури та елементи наноелектроніки. Квантово-механічні властивості електрона. Основні типи наноструктур	10	2			8
Тема 4. Одноелектронні елементи наноелектроніки. Одноелектронне тунелювання. Квантові обчислювальні пристрої. Реалізація наноприладів	13	4			9
Модульний контроль	6				6
Разом за змістовним модулем 2	48	10			38
Усього годин за модулями 1, 2	116	16	24		76
Контрольний захід	4				4
Усього з дисципліни	120	16	24		80

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теоретичні основи виготовлення гібридних тонкоплівкових інтегральних мікросхем і мікроскладень	2
2	Основні етапи технологічного процесу виготовлення тонкоплівкових інтегральних мікросхем і мікроскладень	2
3	Виготовлення оригіналу тонкоплівкової інтегральної мікросхеми, фотошаблону, масок. Методи напилення елементів схеми	2
4	Основні технологічні операції при виготовленні гібридних інтегральних схем	2
5	Формування необхідного рисунка плівкових елементів	2
6	Розроблення топології для конкретної принципової електричної схеми гібридної інтегральної мікросхеми	2
7	Розроблення комутаційної схеми взаємного розміщення елементів гібридної інтегральної мікросхеми	2
8	Розрахунок геометрії тонкоплівкових резисторів прямокутної форми та з конфігурацією типу «меандр»	2
9	Розрахунок геометрії тонкоплівкових конденсаторів малої ємності та великої ємності	2
10	Розрахунок геометрії плівкових провідників і контактних площадок	2
11	Розрахунок та вибір типорозміру підкладки.	2
12	Розміщення плівкових та навісних елементів на підкладці	2
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до практичних занять	28
2	Освоєння матеріалів попередніх лекцій	10
3	Підготовка до модульного контролю	19
4	Підготовка до заліку	19
5	Самостійне опрацювання окремих лекційних тем	4
	Разом	80

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультацій за розкладом кафедри та індивідуальних (за необхідністю). Самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях.

Опитування студентів на практичних заняттях.

Поточне тестування і модульний контроль та залік.

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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	3	0...3
Виконання та захист практичних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання та захист практичних робіт	0...5	7	0...35
Модульний контроль	0...16	1	0...16
Всього за семестр			0...100

Білет для заліку складається з чотирьох теоретичних запитань (по два з кожного модуля) і однієї задачі (з практичних занять). За кожне запитання та задачу максимальна кількість балів – 20.

Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Зараховано (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання, відпрацювати та захистити практичні роботи. Здати тестування або залік. Мати уявлення про технологічні процеси виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем. Мати уявлення про структурні елементи наноелектроніки: графен, фулерени, вуглецеві нанотрубки. Знати деякі приклади реалізації наноприладів. Вміти користуватись типовими та стандартними технологічними процесами.

Зараховано (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання та здати тестування. Показати вміння виконувати та захищати практичні роботи в обумовлений викладачем термін. Знати технологічні процеси виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем. Знати технологію виготовлення гібридних мікросхем та мікроскладень. Знати структурні елементи наноелектроніки та їх фізичні властивості. Знати багато прикладів реалізації наноприладів.

Зараховано (90 - 100). В повному обсязі знати основний та додатковий матеріал і вміти застосовувати його. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Бути активним на заняттях. Вміти розробляти технологічні процеси та виконувати інженерні технологічні розрахунки при виготовленні гібридних мікросхем та мікроскладень. Знати структурні елементи наноелектроніки, їх фізичні властивості та сфери використання. Знати квантово-механічні властивості електрона та одноелектронні елементи наноелектроніки. Знати багато прикладів реалізації наноприладів, в тому числі квантові обчислювальні пристрої.

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. Технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки (мікроелектроніка) : метод. рек. до виконання практ. робіт / уклад.: В.А. Заболотний, О.В. Заболотний. Харків: ХАІ, 2021. 64 с.
2. Заболотний В. А., Заболотний О. В. Оцінювання якості поверхонь деталей та аналіз точності технологічних процесів виготовлення деталей і складання вузлів: навч. посіб. до лаб. практикуму. Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. 52 с.
3. Заболотний В.А. Заболотний О.В., Книш В.О. Проектування технологічних процесів складання електронної апаратури : навч. посібник. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2008. 64 с.
4. Технологические процессы сборки и испытаний средств автоматизации и измерительной техники : лаб. практикум / Заболотный В.А., Коваленко П.И., Заболотный А.В., Книш В.А. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авіац. ин-т», 2005. 24 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Технологія виготовлення електронних пристроїв : підручник / Матвійків М.Д., Вус Б.С., Матвійків Т.М., Вус М.Б.; Національний ун-т "Львівська політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. 400 с.
2. Семенець В.В., Невлюдов І.Ш., Палагін В.А.. Введення в мікросистемну техніку та технології: підручн. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2011. 416 с.
3. Наноматериалы и нанотехнологии: учеб. для студентов вузов / Богуслаев В.А., Качан А.Я., Калинина Н.Е. и др.; под. общ. ред. В.А. Богуслаева. Запорожье: АО «Мотор Сич», 2014. 208 с.
4. Костюк Г.И. Наноструктуры и нанопокрyтия: перспективы и реальность: учеб. пособие. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авіац. ин-т», 2009. 406 с.
5. Костюк Г.И. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы: монография. Киев: Изд-во Междунар. акад. наук и инновац. технологий, 2012. 648 с.

Допоміжна

1. Гераїмчук М.Д., Гераїмчук І.М. Нано- і мікротехнології в приладобудуванні : монографія ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". Київ : ЕКМО, 2008. 90 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри 303: <https://k303.khai.edu/>
2. Науково-технічна бібліотека Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» URL: <http://library.khai.edu>