

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



Анатолій КУЛІК

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 21 » ЖОВТНЯ 2024 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СИСТЕМ АВІОНІКИ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
(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)

Силабус введено в дію з 01 вересня 2024 року


Харків 2024 рік

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


(підпис)

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

Протокол № 1 від « 21 » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри К.Т.Н.  В.П. Сіроклин
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____ (підпис) _____ (ім'я та прізвище)

Загальна інформація про викладача



ПІБ: Заболотний Віталій Анисимович
Посада: доцент кафедри
інтелектуальних вимірювальних
систем та інженерії якості
Науковий ступінь: кандидат технічних
наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

- технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки;
- технологія виробництва пристроїв авіоніки;
- сучасні технології виробництва систем авіоніки;
- основи стандартизації.

Напрями наукових досліджень:
вимірювання вмісту вологи
діелектричних речовин.

1. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання – денна

Семестр, в якому викладається дисципліна – 2

Дисципліна - обов'язкова

Загальна кількість годин за навчальним планом - 120 годин /4 кредити ЄКТС, у тому числі аудиторних – 40 год., самостійної роботи здобувачів – 80 год.

Види занять – *лекції – 16 год., практичні заняття – 24 год.*

Вид контролю – *модульний контроль, залік*

Мова викладання – *українська*

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 мікро- та нанотехнологій при виготовленні систем авіоніки.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК2. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК4. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК6. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК4. Здатність розробляти та супроводжувати процеси виготовлення систем авіоніки та інформаційних систем 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.

ФК7. Здатність використовувати передові технології при дослідженні і проектуванні систем керування літальних апаратів, розробці апаратних та програмно-алгоритмічних засобів підвищення точності, надійності, живучості, ресурсів функціонування систем авіоніки.

Очікувані 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, формально), аналізувати ситуації, що можуть виникати, під час їх функціонування.

ПРН3. Забезпечувати безпеку власної діяльності та діяльності підлеглих.

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 – проектування та програмування контролерів систем управління, проектування автономних навігаційних систем

Кореквізити – випробування та сертифікація систем авіоніки.

Постреквізити: кваліфікаційна робота.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Технологічні процеси мікроелектроніки.

Тема 1. Основні технологічні процеси виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем (ІС).

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: Теоретичні основи виготовлення тонкоплівкових ІС.*
- *Тема практичного заняття: Основні етапи технологічного процесу виготовлення тонкоплівкових ІС і мікроскладень.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 5,5 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 8 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*
- *Види контролю, критерії оцінювання: вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь; до п'яти балів за виконання практичного завдання.*

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.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

- Види контролю, критерії оцінювання: вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь.

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.

- Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: Розрахунок геометрії резисторів прямокутної форми та з конфігурацією типу «меандр».

- Тема практичного заняття: Розрахунок геометрії тонкоплівкових конденсаторів.

- Обсяг аудиторного навантаження: 11 годин.

- Обсяг самостійної роботи: 13 годин.

- Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.

- Види контролю, критерії оцінювання: вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь; до п'яти балів за виконання практичного завдання.

Плівкові резистори. Резистори в монолітних ІС. Плівкові конденсатори. Конденсатори в вигляді закритого р – n переходу. Індуктивності. Внутрисхемні з'єднання. Ізолювання елементів в монолітних ІС. Ізолювання за допомогою додаткового р – n переходу. Ізолювання за допомогою діелектрика.

Тема 4. Мікромонтаж кристалів ІС.

- Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

- Тема практичного заняття: Розроблення топології тонкоплівкової інтегральної схеми.

- Тема практичного заняття: Розроблення комутаційної схеми взаємного розміщення елементів тонкоплівкової інтегральної схеми.

- Обсяг аудиторного навантаження: 5,5 годин.

- Обсяг самостійної роботи: 10 годин.

- Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.

- Види контролю, критерії оцінювання: вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь; до п'яти балів за виконання практичного завдання.

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.

- Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.

- *Тема практичного заняття: Визначення розмірів підкладки, розміщення плівкових та навісних елементів на підкладці.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 7 годин.*

- *Обсяг самостійної роботи: 12 годин.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*

- *Види контролю, критерії оцінювання: вибіркоче опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь; до п'яти балів за виконання практичного завдання.*

Тонкоплівкова технологія. Товстоплівкова технологія.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Технологічні процеси наноелектроніки.

Тема 1. Нанотехнології. Графен, фулерени, ендофулерени.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 7 годин.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

- *Види контролю, критерії оцінювання: вибіркоче опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь.*

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

Тема 2. Вуглецеві нанотрубки, піподи.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 8 годин.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

- *Види контролю, критерії оцінювання: вибіркоче опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь.*

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

Тема 3. Наноструктури та елементи наноелектроніки.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 8 годин.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*

- *Види контролю, критерії оцінювання: вибіркоче опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь.*

Квантово-механічні властивості електрона. Основні типи наноструктур.

Тема 4. Одноелектронні елементи наноелектроніки.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 9 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*
- *Види контролю, критерії оцінювання: вибіркоче опитування студентів на лекційних заняттях, один бал за правильну відповідь.*

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

Модульний контроль.

5. Методи навчання

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

6. Методи контролю

Вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях.
Опитування студентів на практичних заняттях.
Поточне тестування, модульний контроль та залік.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

7.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (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

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

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.

7.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: знати технологічні процеси виготовлення електронних вузлів на сучасній елементній базі - технологічні процеси виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем, мати уявлення про структурні елементи наноелектроніки: графен, фуллерени, вуглецеві нанотрубки, знати приклади реалізації наноприладів.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки: вміти користуватись типовими та стандартними технологічними процесами, вміти розробляти технологічні процеси та виконувати інженерні технологічні розрахунки при виготовленні гібридних мікросхем та мікроскладень.

7.3. Критерії оцінювання роботи здобувача 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, фуллерени, 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

8. Політика навчального курсу

У разі невиконання навчального плану (відсутності на лекціях, практичних чи лабораторних роботах) студент зобов'язаний опрацювати матеріал лекцій, практичних чи лабораторних робіт через підручники та методичну літературу. Контроль якості опрацювання здійснюється через виконання індивідуальних завдань у терміни, передбачені консультаціями викладача та у передсесійний період.

9. 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. Аналіз конструкції, складання та випробування електронних блоків вимірювальної техніки і систем керування : метод. рек. до виконання лабораторних робіт / уклад.: В.А. Заболотний, О.В. Заболотний. Харків: ХАІ, 2024. – 52 с.
3. 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.
4. 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.
5. НМКД з дисципліни «Сучасні технології виробництва систем авіоніки». Освітній портал Науково-технічної бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» URL: <http://library.khai.edu>.
6. Курс «Сучасні технології виробництва систем авіоніки» в системі дистанційного навчання Ментор.

10. Рекомендована література

Базова

1. ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. Замість ДСТУ 3008-95; Введ. 01.07.2017. Київ.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 26 с.
2. 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.
3. Семенець В.В., Невлюдов І.Ш., Палагін В.А.. Введення в мікросистемну техніку та технології: підручн. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2011. – 416 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.

11. 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>