Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



_____ Євген КАЛАШНІКОВ
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_31_» ____08_____ 2026 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ* НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: ___17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність: __176 «Мікро- та наносистемна техніка»
(код та найменування спеціальності)

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

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2026

Харків 2026 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 « __26__» _серпня_ 2026 р.

Завідувач кафедри ____к.т.н., доцент_ _____ Віталій СІРОКЛИН
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

_____Здобувач групи 324_____ _____ _Кирило КЛИМЕНКО__
(підпис) (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. 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;
- розробка вимірювальних перетворювачів фізичних величин

Контактна інформація:
v.zabolotnyi@khai.edu,
телефон +38 067 579 50 36.

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	*Денна*
Семестр	7, 8
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	*Обов'язкова*
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	7 кредитів ЄКТС / 210 годин (100 аудиторних, з яких: лекції – 56, практичні – 28; лабораторні роботи – 16; СРЗ – 110)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит, іспит
Пререквізити	Фізика, хімія, вища математика, загальна електротехніка, компоненти елементної бази радіоелектроніки, основи стандартизації

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета: ознайомити з використанням сучасних методів проектування технологічних процесів виготовлення деталей, складання та монтажу засобів вимірювальної техніки на сучасній елементній базі.

Завдання: навчити основам технологічної підготовки виробництва, сутності процесів виготовлення заготовок, деталей і операцій складання, а також вмінню оцінити технологічність конструкції деталей, складальних одиниць і виробів.

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Еквівалент в ESCO - apply knowledge of science, technology and engineering

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

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

ЗК15. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Спеціальні компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде мати:

ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

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

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

ФК9. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості щодо мікро- та наносистемної техніки.

ФК10. Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.

ФК15. Знати про обладнання і методи отримання наноструктур та особливості їх застосування у вимірювальній техніці.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.

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

ПРН6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

ПРН11. Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1.

Змістовний модуль 1. Загальні основи технології виготовлення засобів вимірювальної техніки.

Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення.

Стисла анотація: Вступ. Задачі, зміст і обсяг курсу. Основні терміни і визначення. Класифікація технологічних процесів.

Теми лекції: Рекомендована література. Обсяг дисципліни, види занять та оцінювання в балах роботи здобувачів. Місце курсу в загальній системі підготовки інженерів в галузі метрології та вимірювальної техніки. Задачі і зміст дисципліни. Вимоги до вимірювальних та авіаційних приладів і особливості їх виробництва, що пов'язані з призначенням і умовами експлуатації. Виріб як об'єкт виробництва. Поняття про технологічний процес (ТП), операцію, перехід, робоче місце, оснащення. Класифікація технологічних процесів за їх видами, ознаці організації і ступеню деталізації.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 2. Характеристика одиничного, серійного і масового виробництва

Стисла анотація: Типи виробництва. Технологічна підготовка виробництва.

Теми лекції: Одиничне, серійне і масове виробництво. Визначення типу виробництва за допомогою коефіцієнта закріплення операцій. Технологічна підготовка виробництва. Чотири стадії технологічної підготовки виробництва.

Тема практичного заняття: Визначення типу виробництва та організаційної форми складання.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу,

підготовка до практичного заняття, визначення типу виробництва та організаційної форми складання для індивідуального завдання.

Тема 3 . Проєктування уніфікованих технологічних процесів.

Стисла анотація: Уніфіковані технологічні процеси. Типові технологічні процеси.

Теми лекції: Сутність, значення і сфера застосування уніфікованих технологічних процесів. Проєктування типових технологічних процесів.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу,

Тема 4. Початкові дані для проектування ТП та технологічна документація.

Стисла анотація: Початкова інформація для розроблення технологічних процесів. Технологічні документи.

Теми лекції: Базова інформація. Керуюча інформація. Довідкова інформація. Загальні відомості про технологічні документи. Види технологічних документів. Загальні правила оформлення технологічних документів відповідно до стандартів ЄСТД.

Тема практичного заняття: Вивчення початкових даних для конкретного друкованого вузла.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, аналіз складального креслення друкованого вузла індивідуального завдання та оформлення маршрутних і операційних технологічних карт.

Тема 5. Відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.

Стисла анотація: Технологічність виробу. Якісні і кількісні показники технологічності.

Теми лекції: Технологічність конструкції виробу, основні поняття і визначення. Задачі і напрямки відпрацювання конструкції виробу на технологічність. Якісні і кількісні показники технологічності. Забезпечення технологічності конструкції деталей, складальних одиниць і виробів. Комплексний показник технологічності.

Тема практичного заняття: Визначення технологічності конкретного друкованого вузла.

Тема лабораторної роботи: Оцінка технологічності конструкції та проєктування технологічних процесів складання.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи, аналіз технологічності складального креслення друкованого вузла індивідуального завдання.

Тема 6 . Техніко-економічний аналіз ТП.

Стисла анотація: Техніко-економічні показники. Визначення оптимального варіанту ТП.

Теми лекції: Техніко-економічні показники: продуктивність праці та економічність. Шляхи підвищення продуктивності праці. Структура технічних норм часу. Собівартість виробу. Технологічна собівартість. Визначення оптимального варіанту ТП за собівартістю та продуктивністю.

Тема практичного заняття: Техніко-економічні розрахунки операцій та оптимізація операцій для конкретного друкованого вузла.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, техніко-економічні розрахунки операцій та оптимізація операцій для друкованого вузла індивідуального завдання.

Тема 7 . Теорія і розрахунки точності виробництва.

Стисла анотація: Виробничі похибки. Методи визначення точності ТП та забезпечення заданої точності вихідних параметрів виробів.

Теми лекції: Виробничі похибки. Фактори, що впливають на точність обробки деталей та на точність складальних одиниць. Причини появи і класифікація похибок. Теоретичний (розрахунковий) та експериментальний (статистичний) методи визначення точності ТП. Методи забезпечення заданої точності вихідних параметрів складальних одиниць.

Тема лабораторної роботи: Експериментальне визначення коефіцієнтів впливу похибки параметрів схемних елементів на вихідні параметри електричних кіл.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи.

Модульний контроль.

Самостійна робота здобувача: Підготовка до модульної контрольної роботи.

МОДУЛЬ 2.

Змістовний модуль 2. Технологічні процеси виготовлення деталей.

Тема 1. Якість поверхневого шару деталі

Стисла анотація: Поверхневий шар деталі. Вплив якості поверхні на експлуатаційні властивості деталей.

Теми лекції: Якість поверхневого шару деталі з фізичної та геометричної точок зору. Шорсткість поверхні та параметри її оцінки. Методи контролю та оцінки якості поверхневого шару деталі. Вплив якості поверхні на експлуатаційні властивості деталей.

Тема лабораторної роботи: Оцінювання й контроль шорсткості поверхні деталей вимірювальних приладів і систем керування.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи.

Тема 2. Технологічні процеси виготовлення деталей засобів вимірювання.

Стисла анотація: Загальна схема ТП виготовлення деталей. Задачі, які виконує технолог при розробці ТП виготовлення деталей.

Теми лекції: Загальна схема ТП виготовлення деталей. Два принципово протилежних напрямки при розробці ТП виготовлення деталей. Зміст і послідовність робіт при розробці ТП виготовлення деталей. Визначення послідовності операцій.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 3. Технологічні процеси виготовлення деталей без видалення шару матеріалу.

Стисла анотація: Лиття. Обробка тиском.

Теми лекції: Лиття та його особливості. Спеціальні види лиття. Лиття під тиском. Лиття за моделями, що виплавляються. Холодне штампування. Розділові й формозмінювальні операції холодної обробки тиском.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 4. Технологічні процеси обробки зі зняттям шару матеріалу.

Стисла анотація: Обробка на металорізальних верстатах. Розрахунок режимів обробки.

Теми лекції: Особливості обробки на металорізальних верстатах: точіння, фрезерування, свердлення, шліфування. Методика розрахунку режимів обробки різанням.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 5. Спеціальні процеси обробки.

Стисла анотація: Обробка матеріалів з особливими властивостями.

Теми лекції: Електрофізична обробка. Ультразвукова обробка. Електронно-променева обробка. Лазерна обробка.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 6. Покриття, їх класифікація та сфери застосування.

Стисла анотація: Різновиди покриттів деталей.

Теми лекції: Необхідність зміни властивостей поверхневого шару деталей з метою підвищення їх якості. Металеві, хімічні, лакофарбові та полімерні покриття.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 7. Нанопокриття.

Стисла анотація: Штучно створені наноструктури на основі вуглецю.

Теми лекції: Вуглець та його кристалічні форми. Фізичні властивості графена, фулеренів, вуглецевих нанотрубок та тканини з нановолокна.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 8. Наноструктурні тонкі покриття.

Стисла анотація: Властивості різних нанопокриттів. Епіламування.

Теми лекції: Супергідрофобні покриття. Алмазоподібні вуглецеві плівкові покриття. Антивідбивні покриття. Епіламовані покриття та їх фізичні властивості.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 9. Технологія виготовлення друкованих плат.

Стисла анотація: Класифікація та методи виготовлення друкованих плат.

Теми лекції: Класифікація друкованих плат і методів їх виготовлення. Створення рисунку друкованих плат. Метод хімічного травлення фольгованого діелектрика. Хіміко-гальванохімічний метод. Комбінований метод. Особливості виготовлення багатошарових друкованих плат.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Модульний контроль.

Самостійна робота здобувача: Підготовка до модульної контрольної роботи.

МОДУЛЬ 3.

Змістовний модуль 3. Технологічні процеси складання, налагодження, регулювання, випробування та контролю вимірювальних приладів.

Тема 1. Проєктування технологічних процесів складання.

Стисла анотація: Встановлення послідовності процесу складання.

Теми лекції: Зміст та послідовність робіт при проєктуванні ТП складання. Розробка технологічних схем складання. Розробка маршрутного технологічного процесу. Розробка операційного технологічного процесу. Організаційні форми складання.

Теми практичних занять: Розроблення технологічної схеми складання конкретного друкованого вузла, розроблення маршрутної технології одиничного ТП конкретного друкованого вузла.

Тема лабораторної роботи: Оцінка технологічності конструкції та проєктування технологічних процесів складання.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу; підготовка до лабораторної роботи; підготовка до практичних занять; для друкованого вузла індивідуального завдання: визначення організаційної форми складання, розроблення технологічної схеми складання, розроблення маршрутної технології, розроблення операційної технології для однієї операції.

Тема 2. Технологічні процеси з’єднання деталей.

Стисла анотація: Різновиди з’єднання деталей.

Теми лекції: Рознімні з’єднання. Склеювання. Паяння. Зварювання.

Тема лабораторної роботи: Контактне зварювання металу малої товщини.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи.

Тема 3. Технологія монтажу компонентів та мікроблоків ЕА на друкованих платах .

Стисла анотація: Основні операції монтажу компонентів на друковану плату.

Теми лекції: Вхідний контроль. Підготовка компонентів до монтажу. Встановлення та закріплення компонентів на друковану плату. Паяння. Промивання після паяння. Контроль. Покриття лаком.

Тема практичного заняття: Розроблення змісту операцій конкретного друкованого вузла.

Тема лабораторної роботи: Паяння електротехнічних схем з друкованим монтажем.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи, розробка операційної технології одиничного ТП друкованого вузла індивідуального завдання.

Тема 4. Налагодження та регулювання вимірювальних приладів.

Стисла анотація: Процеси налагодження і регулювання.

Теми лекції: Сутність процесів налагодження і регулювання. Зміст основних і допоміжних операцій налагодження. Пошук і усунення несправностей. Регулювання як процес забезпечення потрібної точності вихідних параметрів та узгодження початкових значень вхідних та вихідних величин.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 5. Контроль якості виробів.

Стисла анотація: Процеси налагодження і регулювання.

Теми лекції: Види і методи контролю: за способом контролю, по відношенню до виробничого процесу, ступеню охоплення, характеру впливу на хід виробничого процесу, періодичності контролю, ступеню участі людини в процесі контролю. Основні способи контролю.

Випробування вимірювальних приладів. Мета випробувань. Різновидності випробувань. Зміст і послідовність випробувань.

Тема лабораторної роботи: Випробування друкованого вузла на виявлення резонансних частот.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторної роботи.

Тема 6. Автоматизація ТП виробництва вимірювальних пристроїв.

Стисла анотація: Автоматизація виробництва.

Теми лекції: Автоматизоване спеціальне технологічне обладнання і промислові роботи. Автоматизовані лінії і роботизовані технологічні комплекси.

Тема практичного заняття: Вибір обладнання, пристроїв, інструменту та

матеріалів для конкретного друкованого вузла.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу; підготовка до практичного заняття; вибір обладнання, пристроїв, інструменту та матеріалів для друкованого вузла індивідуального завдання.

Тема 7. Автоматизація технологічної підготовки виробництва.

Стисла анотація: Автоматизоване проєктування технологічних процесів.

Теми лекції: Системи автоматизованого проєктування технологічних процесів (САПР ТП).

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Модульний контроль.

Самостійна робота здобувача: Підготовка до модульної контрольної роботи.

МОДУЛЬ 4.

Змістовний модуль 4. Технологічні процеси мікроелектроніки.

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

Стисла анотація: Методи одержання p – n переходів.

Теми лекції: Електрохімічні методи одержання p – n переходів. Дифузія. Двухстадійна дифузія. Епітаксія. Іонне легування. Вакуумне напилення. Катодне розпилення. Електролітичне та хімічне осаджування. Оксидне маскування. Фотолітографія. Травлення.

Теми практичних занять: Теоретичні основи виготовлення тонкоплівкових ІС. Основні етапи технологічного процесу виготовлення тонкоплівкових ІС і мікроскладень.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу; підготовка до практичного заняття.

Тема 2. Технологічні процеси виготовлення транзисторів ІС.

Стисла анотація: Виготовлення транзисторів ІС.

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

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 3. Утворення пасивних елементів ІС.

Стисла анотація: Виготовлення резисторів, конденсаторів, індуктивностей, внутрісхемних з'єднань. Методи ізолювання елементів.

Теми лекції: Плівкові резистори. Резистори в монолітних ІС. Плівкові конденсатори. Конденсатори в вигляді закритого p – n переходу. Індуктивності. Внутрисхемні з'єднання. Ізолювання елементів в монолітних ІС. Два методи ізолювання. Ізолювання за допомогою додаткового p – n переходу. Ізолювання за

допомогою діелектрика.

Теми практичних занять: Розрахунок геометрії тонкоплівкових резисторів прямокутної форми та з конфігурацією типу «меандр». Розрахунок геометрії тонкоплівкових конденсаторів.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу; підготовка до практичного заняття; розрахунок геометрії тонкоплівкових резисторів прямокутної форми та резисторів з конфігурацією типу «меандр» і тонкоплівкових конденсаторів для індивідуального завдання.

Тема 4. Мікромонтаж кристалів ІС.

Стисла анотація: Встановлення та електричне з'єднання виводів ІС.

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

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 5. Технологія виготовлення гібридних мікросхем та мікроскладень.

Стисла анотація: Виготовлення мікроскладень та їх герметизація.

Теми лекції: Тонкоплівкова технологія виготовлення мікроскладень. Технологічний процес виготовлення тонкоплівкових мікроскладень. Товстоплівкова технологія виготовлення мікроскладень. Основні операції виготовлення товстоплівкових мікроскладень. Герметизація мікроелектронних пристроїв.

Теми практичних занять: Основні технологічні операції при виготовленні гібридних інтегральних мікросхем. Розроблення топології тонкоплівкової інтегральної схеми.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу; підготовка до практичного заняття; розробка топології тонкоплівкової інтегральної схеми, визначення розмірів підкладки, розміщення плівкових та навісних елементів на підкладці для індивідуального завдання.

Модульний контроль.

Самостійна робота здобувача: Підготовка до модульної контрольної роботи.

Змістовний модуль 5. Технологічні процеси наноелектроніки.

Тема 1. Нанотехнології. Графіт, графен, фулерени, ендофулерени.

Стисла анотація: Кристалічна структура графіту, графену, фулерену та їх властивості.

Теми лекції: Вуглець та його кристалічні форми. Кристалічна структура графіту. Графен та його унікальні властивості. Фулерени, ендофулерени, способи їх створення, фізичні і хімічні властивості та сфери використання.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 2. Вуглецеві нанотрубки, піподи.

Стисла анотація: Кристалічна структура вуглецевих нанотрубок, піподів та їх властивості.

Теми лекції: Вуглецеві нанотрубки. Властивості вуглецевих нанотрубок. Пристрої на основі вуглецевих нанотрубок (ВНТ): діоди, транзистори на вуглецевих нанотрубках, газові сенсори, універсальна електромеханічна пам'ять, плоскі екрани з катодами на основі ВНТ. Піподи, способи їх створення. Електронні властивості піподов.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 3. Наноструктури та елементи наноелектроніки.

Стисла анотація: Наноструктури та їх основні типи. Одноелектронне тунелювання. Реалізація наноприладів.

Теми лекції: Квантово-механічні властивості електрона. Критерій переходу до розмірного квантування, структури і матеріали для його реалізації. Основні типи наноструктур. Одноелектронне тунелювання. Тунелювання через квантово-розмірні структури. Структура МОМ-діода на основі титану. Тунелювання через двобар'єрну структуру з квантовою ямою. Структура одноелектронного транзистора на основі Nb/NbO. Структура одноелектронного транзистора на основі кремнію.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 4. Напівпровідникові гетероструктури. Реалізація одноелектронних приладів з двобар'єрними квантовими структурами.

Стисла анотація: Напівпровідникові гетероструктури. Одноелектронні прилади з двобар'єрними квантовими структурами (ДБКС).

Теми лекції: Напівпровідникові гетероструктури. Реалізація одно-електронних приладів з двобар'єрними квантовими структурами (ДБКС). Біполярний вертикальний транзистор з двобар'єрною квантовою структурою в якості емітера. Польовий вертикальний одноелектронний транзистор з ДБКС. Кремнієвий горизонтальний одноелектронний транзистор з двома затворами на одиночній тимчасовій квантовій точці. Кремнієвий горизонтальний одноелектронний транзистор з двома затворами на подвійній тимчасовій квантовій точці. Наноелектромеханічний одноелектронний транзистор з «механічною рукою». Квантові обчислювальні пристрої.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Тема 5. Нові принципи конструювання поверхні. Приклади реалізації наноприладів.

Стисла анотація: Нові принципи конструювання поверхні самоскладаням. Реалізація наноприладів.

Теми лекції: Нові принципи конструювання поверхні. Отримання квантових точок самоскладанням атомів (германієва «піраміда»). Самоскладання

впорядкованого моношару частинок золота діаметром 5 нм. Самоскладання наноструктурних полімерів. Реалізація наноприладів. Мікроприлад - гібрид бактерії і мікрочіпа. Кіно в усе небо. Нанотрубкові датчики тиску і деформації. Нанотрубкові акумулятори.

Самостійна робота здобувача: Опрацювання лекційного матеріалу.

Модульний контроль.

Самостійна робота здобувача: Підготовка до модульної контрольної роботи.

5. Індивідуальні завдання

Виконання РР (7, 8 семестри) за затвердженою на кафедрі тематикою, що спрямована на вміння розробляти технологічні процеси виготовлення засобів вимірювальної техніки та технології виготовлення гібридних тонкоплівкових інтегральних мікросхем і мікроскладень.

6. Методи навчання

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

7. Методи контролю

Вибіркове опитування студентів на лекційних заняттях.

Опитування студентів на практичних заняттях.

Допускове опитування перед виконанням лабораторних робіт.

Поточне тестування і модульний контроль та екзамен (7 семестр) і екзамен (8 семестр).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0…1	6	0…6
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0…7	1	0…7

Змістовний модуль 2			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0…1	6	0…6
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	0...3	6	0...18
Модульний контроль	0…7	1	0…7
Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 3			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0…1	4	0…4
Виконання та захист лабораторних і практичних робіт	0...3	6	0...18
Модульний контроль	0…7	1	0…7
Виконання та захист РР	0…15	1	0…15
Всього за 7 семестр			**0…100**
Змістовний модуль 4			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0…1	5	0…5
Виконання та захист практичних робіт	0...6	2	0...12
Модульний контроль	0…15	1	0…15
Змістовний модуль 5			
Активність під час аудиторної роботи на лекціях	0…1	7	0…7
Виконання та захист практичних робіт	0...6	4	0...24
Модульний контроль	0…15	1	0…15
Виконання та захист РР	0…22	1	0…22
Всього за 8 семестр			**0…100**

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

Білет для іспиту в сьомому семестрі складається з трьох теоретичних запитань (по одному з кожного модуля) і двох задач (по одній з першого та другого модулів). За кожне запитання та задачу максимальна кількість балів – 20.

Білет для іспиту в восьмому семестрі 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.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання, відпрацювати та захистити лабораторні роботи. Здати тестування або іспит. Знати сутність процесів виготовлення деталей та операцій складання. Знати основні види обробки деталей. Знати технологічні процеси виготовлення електронних вузлів на сучасній елементній базі. Вміти виконати якісну і кількісну оцінку технологічності виробу, визначити тип виробництва. Вміти користуватись типовими та стандартними технологічними процесами. Вміти розробити одиничний технологічний процес виготовлення друкованого вузла. Знати нові кристалічні структури вуглецю. Знати основні етапи технології виготовлення гібридних тонкоплівкових інтегральних мікросхем і мікроскладень. Вміти оформляти технологічну документацію на стандартних формах.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання та здати тестування. Показати вміння виконувати та захищати лабораторні роботи і РР в обумовлений викладачем термін. Знати спеціальні види обробки деталей. Знати технологію друкованого монтажу, теорію і розрахунки точності виробництва засобів вимірювання та економічної ефективності технологічних рішень шляхом порівняння варіантів виконання технологічних операцій. Знати нові кристалічні структури вуглецю та їх унікальні властивості. Знати основні етапи конструювання, розрахунків та розроблення технологічних процесів виготовлення гібридних тонкоплівкових інтегральних мікросхем і мікроскладень.

Відмінно (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 виготовлення вимірювальної техніки та виконувати інженерні технологічні розрахунки. Знати нові кристалічні структури

вуглецю та їх унікальні властивості. Знати наноструктури та елементи наноелектроніки (одноелектронні транзистори) а також приклади реалізації наноприладів. Вміти конструювати, проводити розрахунки та розробляти технологічні процеси виготовлення гібридних тонкоплівкових інтегральних мікросхем і мікроскладень.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. У разі невиконання навчального плану (відсутності на лекціях, практичних заняттях) здобувач зобов'язаний опрацювати матеріал лекцій, практичних робіт через підручники та методичну літературу. Контроль якості опрацювання здійснюється через виконання індивідуальних завдань за питаннями, визначеними планом заняття, у терміни, передбачені консультаціями викладача та у передсесійний період.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Кодексом академічної доброчесності та забезпечення її дотримання Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти (відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти) є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етики в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут».

10. Методичне забезпечення

1. Заболотний В. А., Заболотний О. В. Підготовчі та складальні роботи при виготовленні вимірювальної техніки і систем керування : навч. посіб. до лаб. практикуму. Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2025. 56 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. Технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки (мікроелектроніка) : метод. рек. до виконання практ. робіт / уклад.: В.А. Заболотний, О.В. Заболотний. Харків: ХАІ, 2021. 64 с.

4. 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.
5. Заболотний В.А. Заболотний О.В., Книш В.О. Проєктування технологічних процесів складання електронної апаратури : навч. посібник. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2008. 64 с.
6. Заболотний В.А. Проєктування технологічних процесів складання електронних пристроїв приладів і систем керування літальних апаратів: навч. посібник до курсового проєктування. Харків: ХАІ, 1997. 45 с.
7. НМКД з дисципліни «Технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки». Освітній портал Науково-технічної бібліотеки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «ХАІ» URL: http://library.khai.edu.
8. Курси «Технологія виготовлення засобів вимірювальної техніки» в системі дистанційного навчання Ментор:
   7 семестр - https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2966,
   8 семестр - https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1341

11. Рекомендована література

Базова

1. ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. На заміну 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. Румбешта В.О. Технологія сладання, регулювання та випробування приладів: підручник для студентів вищ. навч. закл., які навч. за напрямом підготов. "Приладобудування" ; Національний техн. ун-т України "Київський політехн. ін-т". Київ : НТУУ "КПІ", 2014. 364 с.
4. 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. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: навч. посібник. Львів: Магнолія, 2007. 500 с.
2. Гераймчук М.Д., Гераймчук І.М. Нано- і мікротехнології в приладобудуванні : монографія ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". Київ : ЕКМО, 2008. 90 с.

3. Страшко В.А. Основи технології авіаційного приладобудування : конспект лекцій. Нац. авіац. ун-т. Київ : [б. в.], 2005. 95 с.
4. Григурко І.О., Брендуля Ф.М., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей та складання машин: практикум: посібник. Львів: Новий Світ, 2010. 472 с.
5. Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва : монографія. Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". Київ : НТУУ "КПІ", 2011. 488 с.

12. 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