

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



О. М. Чугай
(ініціали та прізвище)

« 31 » _____ 08 _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і назва галузі знань)

Спеціальність: 153 «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)

Харків 2023 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 « 24 » 08 2023 р.

Завідувач кафедри к.т.н.


(підпис)

В.П. Сіроклин
(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 – 7,5	Галузь знань <u>15 «Автоматизація та приладобудування»</u> (шифр та найменування) Спеціальність: <u>153 «Мікро- та наносистемна техніка»</u> (код та найменування спеціальності) Освітня програма: <u>«Мікро- та наносистемна техніка»</u> (найменування освітньої програми)	Обов’язкова
Кількість модулів – 4		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 5		2023/2024
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – <i>кількість годин аудиторних занять¹⁾ / загальна кількість годин</i> 100/225		<u>7, 8-й</u>
		Лекції¹⁾
		<u>56</u> годин
		Практичні, семінарські¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: - аудиторних – 3,57; - самостійної роботи студента – 4,46		<u>28</u> годин
		Лабораторні¹⁾
	<u>16</u> годин	
	Самостійна робота	
	<u>125</u> годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль іспит, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: $100/125 = 0,8$.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

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 та вмінню оцінити технологічність конструкції деталей, складальних одиниць та виробів, сутності процесів виготовлення заготовок і деталей та операцій складання.

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

Загальні:

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. Навички здійснення безпечної діяльності.

Фахові:

ФК5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.

ФК6. Здатність виконувати технічні операції при випробуванні, повірці, калібруванні та інших операціях метрологічної діяльності.

ФК24. Здатність використовувати сучасні методи проектування технологічних процесів виготовлення деталей, складання та монтажу засобів вимірювальної техніки на сучасній елементній базі.

Очікувані результати навчання:

ПРН8. Вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.

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

ПРН12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.

ПРН15. Знати та розуміти предметну область, її історію та місце в сталому розвитку техніки і технологій, у загальній системі знань про природу і суспільство.

Пререквізити — фізика, хімія, математика, загальна електротехніка, матеріалознавство, основи стандартизації.

Кореквізити — основи конструювання засобів вимірювальної техніки, електронні пристрої інформаційно-вимірювальної техніки, електронна та мікропроцесорна техніка, авіаційні вимірювально-обчислювальні комплекси.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

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

Тема 1. Вступ. Місце курсу в загальній системі підготовки інженерів в галузі метрології та вимірювальної техніки. Задачі, зміст і обсяг курсу. Рекомендована література. Конструктивні, технологічні та експлуатаційні вимоги до вимірювальних та авіаційних приладів і особливості їх виробництва, що пов'язані з призначенням і умовами експлуатації.

Виріб як об'єкт виробництва і його кінцевий продукт. Поняття про технологічний процес (ТП), операцію, перехід, робоче місце, оснащення. Класифікація технологічних процесів за їх видами, ознаці організації і ступеню деталізації.

Тема 2. Характеристика одиничного, серійного і масового виробництва. Визначення типу виробництва за допомогою коефіцієнта закріплення операцій. Технологічна підготовка виробництва та її стадії. Основні задачі єдиної системи технологічної підготовки виробництва.

Тема 3. Проектування уніфікованих технологічних процесів. Сутність, значення і сфера застосування уніфікованих технологічних процесів. Проектування типових технологічних процесів.

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

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

Тема 5. Відпрацювання конструкцій виробів на технологічність.

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 6. Техніко-економічний аналіз ТП. 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 7. Теорія і розрахунки точності виробництва. Виробничі похибки. Фактори, що впливають на точність обробки деталей та 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.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Технологічні процеси виготовлення деталей.

Тема 1. Якість поверхневого шару деталі з фізичної та геометричної точок зору. Зміцнення поверхневого шару деталі та залишкова напруга в поверхні. Шорсткість поверхні та параметри її оцінки. Методи контролю та оцінки якості поверхневого шару деталі. Вплив якості поверхні на експлуатаційні властивості деталей.

Тема 2. Технологічні процеси виготовлення деталей засобів вимірювання. 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.

Тема 3. Технологічні процеси виготовлення деталей без видалення шару матеріалу. Литво та його особливості. Спеціальні види литва. Лиття під тиском, лиття по виплавленим моделям. Види холодної обробки тиском.

Тема 4. Технологічні процеси обробки зі зняттям шару матеріалу. Обробка на металорізальних верстатах (точіння, фрезерування, свердлення, шліфування, та ін.). Викінчувальні процеси обробки. Методика розрахунку режимів обробки різанням.

Тема 5. Спеціальні процеси обробки. Електрофізична обробка. Ультразвукова обробка. Електронно-променева обробка. Лазерна обробка.

Тема 6. Покриття, їх класифікація та сфери застосування. Необхідність зміни властивостей поверхневого шару деталей з метою підвищення їх якості. Металеві, хімічні, лакофарбові та полімерні покриття.

Тема 7. Нанопокриття. Вуглець та його кристалічні форми. Фізичні властивості графена, фулеренів, вуглецевих нанотрубок та тканини з нановолокна.

Тема 8. Наноструктурні тонкі покриття, алмазоподібні вуглецеві плівкові покриття, епіламовані покриття та їх фізичні властивості.

Тема 9. Технологія виготовлення друкованих плат. Класифікація друкованих плат і методів їх виготовлення. Механічна обробка друкованих плат. Створення рисунку друкованих плат. Особливості виготовлення багатошарових друкованих плат. Гнучкі друковані плати.

Модульний контроль.

Модуль 3.

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

Тема 1. Проектування технологічних процесів складання. Зміст та послідовність проектування ТП складання. Встановлення послідовності процесу складання і розробка технологічних схем складання. Розробка змісту операцій. Організаційні форми складання.

Тема 2. Технологічні процеси з'єднання деталей. Рознімні з'єднання. З'єднання з натягом. З'єднання заклепками. Склеювання. Паяння. Зварювання.

Тема 3. Технологія монтажу компонентів та мікроблоків ЕА на друкованих платах. Вхідний контроль. Підготовка компонентів до монтажу. Встановлення (закріплення) компонентів на друковану плату. Паяння. Промивання після паяння. Контроль. Покриття лаком.

Тема 4. Налагодження та регулювання вимірювальних приладів.

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.

Тема 5. Контроль якості виробів. Види і методи контролю: по способу 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 6. Автоматизація ТП виробництва вимірювальних пристроїв. Автоматизоване спеціальне технологічне обладнання і промислові роботи. Автоматизовані лінії і роботизовані технологічні комплекси.

Тема 7. Автоматизація технологічної підготовки виробництва.

Системи автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП).

Модульний контроль.

Модуль 4.

Змістовний модуль 4. Технологічні процеси мікроелектроніки.

Тема 1. Основні технологічні процеси для виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем (ІС). Електрохімічні методи одержання р – п 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 – п переходом, з встроєним каналом та з індуктованим каналом (МДП – транзистори).

Тема 3. Утворення пасивних елементів ІС. Плівкові резистори. Резистори в моносвітних ІС. Плівкові конденсатори. Конденсатори в вигляді закритого р – п переходу. Індуктивності. Внутрисхемні з'єднання. Ізолювання елементів в моносвітних ІС. Два методи ізолювання. Ізолювання за допомогою додаткового р – п 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 мікроскладань. Тонкоплівкова технологія. Товстоплівкова технологія.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 5. 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. Одноелектронне тунелювання. Одноелектронні елементи наноелектроніки. Квантові обчислювальні пристрої. Реалізація наноприладів.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових 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. Загальні основи технології виготовлення засобів вимірювальної техніки					
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення	4	3			1
Тема 2. Характеристика одиничного, серійного і масового виробництва	3	1	1		1
Тема 3. Проектування уніфікованих технологічних процесів	2	1			1
Тема 4. Початкові дані для проектування ТП та технологічна документація	4	1	2		1

1	2	3	4	5	6
Тема 5. Відпрацювання конструкцій виробів на технологічність	7	2	2	2	1
Тема 6. Техніко-економічний аналіз ТП	5	2	2		1
Тема 7. Теорія і розрахунки точності виробництва	7	2		4	1
Індивідуальне завдання	12				12
Модульний контроль	6				6
Разом за змістовним модулем 1	50	12	7	6	25
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Технологічні процеси виготовлення деталей					
Тема 1. Якість поверхневого шару деталі з фізичної та геометричної точок зору.	4	1		2	1
Тема 2. Технологічні процеси виготовлення деталей засобів вимірювання	2	1			1
Тема 3. Технологічні процеси виготовлення деталей без видалення шару матеріалу	3	2			1
Тема 4. Технологічні процеси обробки зі зняттям шару матеріалу	3	2			1
Тема 5. Спеціальні процеси обробки	3	2			1
Тема 6. Покриття, їх класифікація та сфери застосування	2	1			1
Тема 7. Нанопокриття	3	2			1
Тема 8. Наноструктурні тонкі покриття	3	2			1
Тема 9. Технологія виготовлення друкованих плат	2	1			1
Модульний контроль	6				6
Разом за змістовним модулем 2	29	12		2	15
Модуль 3					
Змістовний модуль 3. Технологічні процеси складання, налагодження, регулювання, випробування та контролю вимірювальних приладів					
Тема 1. Проектування технологічних процесів складання	7	2	2	2	1
Тема 2. Технологічні процеси з'єднання деталей	4	1		2	1
Тема 3. Технологія монтажу компонентів та мікроблоків ЕА на друкованих платах	10	2	5	2	1
Тема 4. Налаштування та регулювання вимірювальних приладів	2	1			1
Тема 5. Контроль якості виробів. Види і методи контролю. Випробування	4	1		2	1

1	2	3	4	5	6
Тема 6. Автоматизація ТП виробництва вимірювальних пристроїв	3,5	0,5	2		1
Тема 7. Автоматизація технологічної підготовки виробництва	1,5	0,5			1
Індивідуальне завдання	18				18
Модульний контроль	6				6
Разом за змістовним модулем 3	56	8	9	8	31
Усього годин за модулями 1-3	135	32	16	16	71
Модуль 4					
Змістовний модуль 4. Технологічні процеси мікроелектроніки					
Тема 1. Основні технологічні процеси для виготовлення напівпровідникових ЕРЕ та інтегральних схем (ІС).	5	2	2		1
Тема 2. Технологічні процеси виготовлення транзисторів ІС	5	2	2		1
Тема 3. Утворення пасивних елементів ІС	5	2	2		1
Тема 4. Мікромонтаж кристалів ІС	5	2	2		1
Тема 5. Технологія виготовлення гібридних мікросхем та мікроскладань	6	1	4		1
Індивідуальне завдання	18				18
Модульний контроль	6				6
Разом за змістовним модулем 4	50	9	12		29
Змістовний модуль 5. Технологічні процеси наноелектроніки					
Тема 1. Графен, фулерени, ендофулерени, способи їх створення, фізичні властивості та сфери використання	5	3			2
Тема 2. Вуглецеві нанотрубки, піподи, способи їх створення та властивості. Пристрої на основі нанотрубок	9	4			5
Тема 3. Наноструктури та елементи наноелектроніки. Квантово-механічні властивості електрона. Основні типи наноструктур. Одноелектронне тунелювання. Одноелектронні елементи наноелектроніки. Квантові обчислювальні пристрої. Реалізація наноприладів	16	8			8
Модульний контроль	6				6
Разом за змістовним модулем 5	36	15			21
Усього годин за модулем 4	86	24	12		50
Контрольний захід	4				4
Усього з дисципліни	225	56	28	16	125

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз складальних креслень електронних вузлів та їх елементної бази	0,5
2	Аналіз технологічності	1,5
3	Розробка технологічної схеми складання	2
4	Розробка маршрутної технології одиничного ТП	2
5	Вибір обладнання, пристроїв, інструменту та матеріалів	2
6	Проектування операційної технології	2
7	Техніко-економічні розрахунки операцій	2
8	Оптимізація операцій	2
9	Заповнення технологічної документації на ТП складання	2
10	Теоретичні основи виготовлення тонкоплівкових ІС	2
11	Основні етапи технологічного процесу виготовлення тонкоплівкових інтегральних мікросхем і мікроскладень	2
12	Основні технологічні операції при виготовленні гібридних ІС	2
13	Розробка топології тонкоплівкової інтегральної схеми	1
14	Розробка комутаційної схеми взаємного розміщення елементів тонкоплівкової інтегральної схеми	1
15	Розрахунок геометрії резисторів прямокутної форми та з конфігурацією типу «меандр»	2
16	Розрахунок геометрії тонкоплівкових конденсаторів	2
17	Визначення розмірів підкладки. Розміщення плівкових та навісних елементів на підкладці	2
	Разом	28

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз точності виготовлення партії деталей	2
2	Вимірювання та розрахунки шорсткості поверхні	2
3	Експериментальне визначення коефіцієнтів впливу похибок радіоелементів електричної схеми на її вихідні параметри	2
4	Контактне зварювання металу малої товщини	2
5	Паяння електротехнічних схем з друкованим монтажем	2
6	Дослідження технологічності конструкції і розробка технологічної схеми складання	4
7	Випробування друкованого вузла на виявлення резонансних частот	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних занять	12
2	Підготовка до практичних занять	14
3	Освоєння матеріалів попередніх лекцій	10
4	Підготовка до модульного контролю	18
5	Підготовка до екзамену	17
6	Опрацювання окремих лекційних тем (самостійна проробка)	6
7	Виконання РР	48
	Разом	125

9. Індивідуальні завдання

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

10. 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).

11. 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).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

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	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			
Робота 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
Змістовний модуль 3			
Робота 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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 4			
Робота 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			
Робота 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

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 у 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.

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача 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. 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.

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.

Розподіл балів, які отримують здобувачі за виконання розрахункової роботи

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 50	до 20	до 30	100

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 автоматики и измерительной техники : лаб. практикум / Заболотный В.А., Коваленко П.И., Заболотный А.В., Кныш В.А. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. 24 с.
5. Коваленко П.И., Корицкий И.Г., Юрьева В.Г. Технология сборки и испытаний авиационных приборов: учеб. пособие. Харьков: ХАИ, 1988. 93 с.
6. Заболотний В.А. Проектування технологічних процесів складання електронних пристроїв приладів і систем керування літальних апаратів: навч. посібник до курсового проектування. Харків: ХАІ, 1997. 45 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. Румбешта В.О. Технологія складання, 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.
3. Конструювання електронно – обчислювальної апаратури на основі поверхневого монтажу : навч. посібник / Грачов А.О., Лега Ю.Г., Мельник А.А., Панов Л.І.. Київ: Кондор, 2005. 384 с.
4. Технологія машино- та приладобудування : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Якімов О.В., Лінчевський В.І., Якімов О.О., Ларшин В.П.; під заг. ред. О.В. Якімова. Луцьк : [б. в.], 2005. 710 с.
5. Костюк Г.И. Наноструктуры и нанопокртытия: перспективы и реальность: учеб. пособие. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2009. 406 с.
6. Костюк Г.И. Нанотехнологии: теория, эксперимент, техника, перспективы : монография. Киев: Изд-во Междунар. акад. наук и инновац. технологий, 2012. 648 с.

7. Семенець В.В., Невлюдов І.Ш., Палагін В.А.. Введення в мікросистемну техніку та технології: підручн. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2011. 416 с.
8. Наноматериалы и нанотехнологии: учеб. для студентов втузов / Богуслаев В.А., Качан А.Я., Калинина Н.Е. и др.; под. общ. ред. В.А. Богуслаева. Запорожье: АО «Мотор Сич», 2014. 208 с.

Допоміжна

1. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: навч. посібник. Львів: Магнолія, 2007. 500 с.
2. 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.
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.

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>