



Технологічні основи електроніки

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	153 Мікро- та наносистемна техніка
Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Статус дисципліни	нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	
Мова викладання	українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	лектор: д.т.н.,доц., Мачулянський О.В.
Розміщення курсу	Google Classroom

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета навчальної дисципліни «Технологічні основи електроніки»: формування у студентів компетентності для професійної діяльності в застосуванні технологій та матеріалів при вирішенні практичних та технологічних задач розробки, проектування, виробництва, експлуатації електронних приладів мікро- та наносистемної техніки.

Предметом вивчення дисципліни є матеріали і технології для виготовлення електронних приладів, мікро- та наносистемної техніки різноманітного, у тому числі фізичного, геліоенергетичного та біомедичного призначення;

Дисципліна «Технологічні основи електроніки» забезпечує формування у здобувачів вищої освіти компетентності.

Загальні компетентності:

ЗК 1 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 2 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6 - Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 7 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності :

ФК 6 - Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення.

ФК 7 – Здатність розв’язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.

ФК 10 – Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.

ФК 12 - Здатність використовувати знання про особливості термодинаміки, кінетики хімічних перетворень, структурних аспектах, особливостях синтезу та основних закономірностях створення функціональних неорганічних матеріалів з заданими властивостями.

Програмні результати навчання після вивчення дисципліни:

Вивчення дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачем вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

ПРН 8 – Будувати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об’єктів, використовувати їх при розробці нової мікро- та наносистемної техніки та виборі оптимальних рішень.

ПРН 11 - Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

ПРН 14 - Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.

ПРН 16 - Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв’язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити

Вивчення дисципліни «Технологічні основи електроніки» базується на знаннях, отриманих при вивченні наступних дисциплін: «Фізика» ЗО13.1, «Математичний аналіз» ЗО12, «Хімія матеріалів електроніки» ПО9.

Постреквізити

Дисципліна є базовою для вивчення наступних освітніх компонент: «Переддипломна практика» ПО19, «Дипломне проектування» ПО20.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальна характеристика технології виробів електронної техніки.

Тема 1.1. Вступ. Предмет і завдання навчальної дисципліни.

Тема 1.2. Основні терміни та визначення.

Тема 1.3. Етапи розробки виробів та технології, технічна документація.

Тема 1.4. Вимоги до умов виробництва електронних приладів, та пристроїв.

Розділ 2. Структура технологічного процесу виробництва приладів та пристроїв електронної техніки.

Тема 2.1. Узагальнена структура технологічного процесу.

Тема 2.2. Класифікація фізико-хімічних технологічних процесів

Тема 2.3. Основні принципи планарної технології. Типові схеми планарних технологічних маршрутів.

Розділ 3. Базові технології формування виробів електронної техніки.

Тема 3.1. Підготовка і обробка матеріалів.

Тема 3.2. Основи процесів очистки поверхні підкладок
Тема 3.3. Легування та модифікування матеріалів.
Тема 3.4. Нанесення речовини на підкладку.
Тема 3.5. Літографічні процеси.
Тема 3.6. Складання, монтаж та герметизація виробів електронної техніки.
Розділ 4. Технологічні маршрути формування виробів електронної техніки
Тема 4.1. Розробка, дослідження та моделювання технологічних процесів. Інтеграція технологічних процесів в технологічні маршрути.
Тема 4.2. Дискретні електронні елементи.
Тема 4.3. Монолітні інтегральні схеми. Плівкові інтегральні схеми.
Тема 4.4. Електронні вироби на друкованих платах.
Тема 4.5. Напрямки розвитку сучасної технології.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Зайцев Р.В., Дроздов А.М., Зайцева Л.В., Хрипунов Г.С. Технологічні основи електроніки Ч.1 – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 64 с.
2. Опанасюк Н.М., Однорець Л.В., Степаненко А. О. , Проценко С.І. Технологічні основи електроніки: навч. посібник – Суми: СумДУ, 2013.– 105 с.
3. Стребезев В.М., Юрійчук І.М. Основи субмікронної та нанотехнології: навч. посібник. Ч.1 -Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, 2021. – 120с.
4. Кузьмичев А. І., Писаренко Л. Д., Цибульський Л. Ю. Технологія виробництва мікросхем: навч. посібник – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 127 с.
5. Бурик І. П. ,Технологічні основи виготовлення елементів напівпровідникових інтегральних мікросхем – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 65 с.

Додаткова :

1. Готра З.Ю. Технологія електронної техніки: навч. посібник. Т.1. - Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010.- 888 с.
2. Готра З.Ю. Фізичні основи електронної техніки: навч. посібник. Т.2.- Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка» , 2010.- 884 с.
3. Поплавко Ю.М., Борисов О. В., Якименко Ю. І. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 300 с.
4. Мачулянський О.В., Татарчук Д.Д. Моделювання технології та ІМС – К.: НТУУ „КПІ”, 2009. – 32 с.
5. Майструк Е.В., Козярьський І.П., Козярьський Д.П., Мар’янчук П.Д. Фізико-хімічні основи напівпровідникового матеріалознавства: навч. посібник. -Чернівці: Чернівецький національний університет, 2020. -120 с.
6. Новосядлий С.П. Фізико-технологічні основи субмікронної технології великих інтегральних схем -І.Франківськ, м. НВ. – 2010. - 254с.
7. Михайлін В. М. Технологічні основи електроніки – Запоріжжя: ЗДІА, 2005. – 104 с.
8. Орлецький І.Г. Конструювання та технологія виготовлення сонячних елементів: навч. посібник– Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2017. – 183 с.
9. Новосядлий, С. П., Вівчарук В. М. Технологічні особливості, формування шаруватих наноструктур // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008, № 44. – С. 32 - 38.
10. Омельчук, Н. А.Технологічні основи електроніки - Запоріжжя: ЗДІА, 2007. - 76 с.
11. Готра З.Ю., Лопатинський І. Є., Лукіянець Б. А., Микитюк З. М. Фізичні основи електронної техніки - Львів : «Бескид Біт», 2004.-554 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття.

Теми та перелік основних питань лекційних занять за розділами.

1. Розділ 1. Загальна характеристика технології виробів електронної техніки.
Вступ. Предмет і завдання навчальної дисципліни. Місце та роль технології у створенні виробів електронної техніки.
2. Основні терміни та означення. Технологія як наука. Види конструкторської та технологічної документації.
3. Вимоги до умов виробництва електронних приладів, та пристроїв. Мікроклімат та виробнича гігієна. Вимоги до технологічних матеріалів та основні методи контролю.
4. Розділ 2. Структура технологічного процесу виробництва приладів та пристроїв електронної техніки. Узагальнена структура технологічного процесу. Класифікація фізико-хімічних процесів виробництва мікроелектронних компонент.
5. Основні принципи планарної технології. Особливості виробництва інтегральних схем та інших виробів мікро та наносистемної техніки.
6. Типові схеми планарних технологічних маршрутів. Особливості вибору режимів і матеріалів.
7. Розділ 3. Базові технологічні процеси виробництва електронної техніки.
Підготовка і обробка поверхні матеріалів. Електрофізичні та технологічні властивості основних матеріалів мікроелектронної технології.
8. Технології вирощування монокристалічного кремнію. Вимоги до напівпровідникових пластин та поверхні підкладок.
9. Основи процесів очистки поверхні підкладок. Очистка в рідких середовищах. Методи сухої очистки. Обладнання, технологічне оснащення, матеріали.
10. Легування та модифікування матеріалів. Високотемпературна дифузія. Перший та другий закони Фіка. Граничні умови. Моделі дифузії домішок в тверде тіло. Методи проведення дифузії. Обладнання, матеріали.
11. Іонна імплантація. Методи усунення дефектів. Радіаційно стимульована дифузія.
12. Нанесення речовини на підкладку. Методи нанесення тонких плівок. Металізація. Осадження діелектричних плівок. Епітаксія. Особливості і різновиди епітаксійних процесів. Технічні характеристики обладнання.
13. Літографічні процеси. Технологія фотолітографічного процесу. Фотошаблони.
14. Складання, монтаж та герметизація виробів електронної техніки. Контроль та випробовування виробів.
15. Розділ 4. Технологічні маршрути формування виробів електронної техніки. Розробка, дослідження та моделювання технологічних процесів. Дискретні електронні елементи.
16. Монолітні інтегральні схеми. Плівкові інтегральні схеми.
17. Електронні вироби на друкованих платах.
18. Напрямки розвитку сучасної технології.

Лабораторні заняття:

Цикл комплексного лабораторного практикуму призначений для розвитку та закріплення знань та навичок необхідних при виконанні технологічних процесів формування виробів електронної техніки. Теми лабораторних занять.

1. Дослідження основних електрофізичних параметрів матеріалів мікроелектронної технології.
2. Технологічні процеси нанесення тонких плівок методами термічного вакуумного осадження. Вакуумне обладнання УВМ-15М, технологічне оснащення. Металізація.

3. Обладнання, технологічне оснащення для проведення високотемпературних технологічних процесів. Системи прецизійного регулювання технологічних параметрів термічних установок.
4. Дослідження технологічного процесу легування напівпровідникових структур методом високотемпературної дифузії.
5. Розробка друкованих плат.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає підготовку до аудиторних занять та МКР, а також звіту за результатами виконання робіт лабораторного практикуму. Зокрема при підготовці до лабораторного практикуму студент повинен ознайомитися із методичними рекомендаціями та завданням до роботи. Для стимуляції самостійної роботи студентів, заохочення їх до самовдосконалення передбачені індивідуальні завдання у вигляді домашньої контрольної роботи за тематикою розділів дисципліни "Технологічні основи електроніки"

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та лабораторних занять рекомендується здобувачам вищої освіти, оскільки система оцінювання результатів навчання передбачає експрес-опитування та можливість отримання балів за активність студента. Відвідування занять реєструє староста групи та викладач. Передбачено можливість навчання в дистанційному та змішаному режимі. Методичне забезпечення дисципліни викладено в електронному вигляді в Google classroom та Campus.

При підготовці до занять лабораторного практикуму студент повинен ознайомитися із методичними рекомендаціями та завданням до виконання роботи. Для захисту робіт лабораторного практикуму студент надає оформлений звіт за результатами виконання роботи. Процедура захисту складається з аналізу одержаних результатів та відповідей на уточнюючі питання викладача за темою роботи.

Модульна контрольна робота - це письмова відповідь на теоретичні питання по тематиці відповідних розділів (п.3). Кожне питання має свій ваговий коефіцієнт складності. **Домашня контрольна робота** виконується під час самостійної роботи. Звіт про виконання роботи подається у письмовому вигляді. Неточності в індивідуальних завданнях, поданих на перевірку раніше встановленого терміну, можуть бути виправлені без зниження балів. Роботи та навчальні завдання поточного та підсумкового контролю результатів навчання мають бути виконані самостійно. У разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей необхідно вказувати посилання на джерела інформації.

Правила поведінки, обов'язки учасників освітнього процесу визначені в документах: Кодекс честі КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/code>); «Положення про систему запобігання академічного плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (<https://osvita.kpi.ua/node/47>).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання

Контрольні заходи та процедура їх проведення регламентуються наступними документами: Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського <https://osvita.kpi.ua/node/39>; Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://osvita.kpi.ua/node/32>); «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського»

(<https://osvita.kpi.ua/node/37>); «Регламент проведення семестрового контролю в дистанційному режимі» (<https://osvita.kpi.ua/node/368>).

Поточний контроль: з метою контролю процесу засвоєння навчального матеріалу дисципліни передбачено МКР, ДКР а також тематичні експрес-опитування під час проведення лекцій та під час захисту індивідуальних робіт.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Умови позитивного першого календарного контролю: студент повинен виконати всі завдання на час проведення календарного контролю.

Умови позитивного другого календарного контролю: студент повинен набрати не менше 40% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру при успішному написанні контрольної роботи.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання МКР , лабораторних робіт, індивідуальних завдань.

Таблиця Система рейтингової оцінки по видам занять:

№ з/п	Компоненти, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість завдань	Максимальний бал	Кількість балів на "відмінно"
1.	Експрес-опитування (тест)	3	2	6
2.	Модульна контрольна робота (МКР)	2	25	50
3.	Домашня контрольна робота (ДКР)	2	10	20
4.	Лабораторні роботи	4	6	24
<i>Усього за семестр:</i>				<i>100</i>

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Можливе зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором каф. мікроелектроніки, д.т.н., доц., Мачулянським О.В.

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол № 22 від 23.06.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 06/2023 від 29.06.2023)