

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Фізико-технічний факультет

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технології мікроелектроніки

Освітня програма Комп'ютерна інженерія

Спеціальність F7 Комп'ютерна інженерія

Галузь знань F Інформаційні технології

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол №13 від 26 серпня 2025 р.

м. Івано-Франківськ – 2025 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація	3
2. Опис дисципліни	3
3. Структура курсу	4
4. Система оцінювання курсу	6
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу	6
6. Ресурсне забезпечення	6
7. Контактна інформація	7
8. Політика навчальної дисципліни	7

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Технології мікроелектроніки
Освітня програма	Комп'ютерна інженерія
Спеціалізація (за наявності)	
Спеціальність	F7 Комп'ютерна інженерія
Галузь знань	F Інформаційні технології
Освітній рівень	бакалавр
Статус дисципліни	нормативна
Курс / семестр	4/7
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	3 кредити Лекції – 16 год. Лабораторні заняття – 20 год. Самостійна робота – 54 год.
Мова викладання	українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua/

2. Опис дисципліни

Мета та цілі курсу

Метою вивчення навчальної дисципліни “Технології мікроелектроніки” є розгляд базових технологічних процесів, що використовуються для виготовлення ІС та пристроїв мікро- і наноелектроніки.

Основним **завданням** навчальної дисципліни є ознайомлення студентів з основними технологічними операціями, які використовуються при виготовленні пристроїв інтегральної мікро- та наноелектроніки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

– основні технологічні процеси, які використовуються в технології виготовлення мікроелектронних пристроїв;

– суть фізико-хімічних явищ, які лежать в основі базових технологічних процесів формування мікроелектронних пристроїв;

– основні закони та фізичні співвідношення для опису технологічних процесів;

– базове технологічне обладнання, яке використовується для формування мікроелектронних пристроїв.

вміти:

– оптимізувати процеси нанесення матеріалу в магнетронній системі розпилення для одержання тонких плівок бажаної товщини та нерівномірності;

– розраховувати характеристики розподілу концентрації заданої домішки в кремнії при одностадійній та двохстадійній дифузії для отримання $p-n$ -переходу на заданій глибині і потрібній її поверхневій концентрації;

– формувати біполярний транзистор з необхідною шириною бази та емітера, використовуючи роздільну дифузію домішок;

- розрахувати характеристики уповільнення іонів при імплантації та параметри розподілу домішки в кремнії;
- самостійно вибирати необхідні електронні прилади при проектуванні елементів, пристроїв автоматики та обчислювальної техніки, використовувати та забезпечити їх грамотне застосування, експлуатацію в сучасній апаратурі.

Компетентності

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності в комп'ютерній галузі або навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп'ютерної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Фахові компетентності

ФК13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.

ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

ФК16. Знати принципи проектування, створення та супроводу компонентів комп'ютерних систем і мереж з урахуванням методів та технологій автоматизованого високорівневого проектування, моделювання та синтезу на сучасній елементній базі.

Програмні результати навчання

ПРН1. Знати і розуміти наукові положення що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем і мереж.

ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН7. Уміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних завдань спеціальності.

ПРН15. Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

ПРН20. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

ПРН25. Знати та розуміти загально-методологічні принципи побудови пристроїв комп'ютерної електроніки різного призначення та їх внутрішню організацію на схемотехнічному рівні.

3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Кількість годин	Завдання
1	Тема 1. Вступ. Мета і задачі дисципліни.	Знати основні технологічні процеси, які використовуються при виготовленні ІС.	1	Контрольні запитання
2	Тема 2. Механічна обробка поверхні напівпровідникових пластин для пристроїв інтегральної електроніки. Методи отримання монокристалів.	Вивчити послідовність технологічних операцій при механічній обробці напівпровідникових злитків і пластин та необхідне технологічне обладнання; знати основні методи отримання монокристалів для виготовлення напівпровідникових пластин.	2	Лабораторна робота (звіт); тести; реферат-презентація; контрольні запитання
3	Тема 3. Технологія хімічної обробки поверхні напівпровідникових пластин для пристроїв інтегральної електроніки.	Засвоїти фізико-хімічні принципи, які лежать в основі методів хімічної обробки напівпровідникових пластин.	2	Тести; контрольні запитання
4	Тема 4. Формування діелектричних плівок на напівпровідникових пластинах.	Розуміти суть фізичних процесів, які відбуваються при формуванні діелектричних плівок на поверхні напівпровідникових пластин; знати основне призначення та характеристики діелектричних плівок.	2	Лабораторна робота (звіт); тести; контрольні запитання
5	Тема 5. Основи літографічних процесів.	Знати послідовність технологічних етапів при проведенні літографії.	2	Тести; контрольні запитання
6	Тема 6. Дифузія в напівпровідниках та методи її проведення.	Знати основні закони дифузії; вивчити методи введення домішкових атомів у напівпровідникові матеріали з використанням дифузії.	2	Лабораторна робота (звіт); тести; контрольні запитання
7	Тема 7. Іонна імплантація в технології мікроелектроніки.	Знати фізичні процеси, які протікають при іонній імплантації домішок в тверде тіло, та співвідношення для їх опису.	2	Лабораторна робота (звіт); тести; контрольні запитання
8	Тема 8. Технологія епітаксійних шарів та методи її проведення.	Знати фізичні основи процесу епітаксії та методи для її реалізації.	1	Тести Контрольні запитання
9	Тема 9. Методи одержання тонких плівок.	Знати класифікацію методів нанесення тонких плівок; розуміти суть процесів, які відбуваються при нанесенні тонких плівок.	2	Лабораторна робота (звіт); тести; контрольні запитання

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи	Максимальна кількість балів
Лекція	25
Лабораторні заняття	20
Самостійна робота	5
Залік/Екзамен	50
Максимальна кількість балів	100

Оцінка за лекційне заняття виставляється за результатами здачі тесту на сайті дистанційного навчання за відповідною тематикою лекції чи лекцій.

Оцінка за лабораторне заняття є сумарною оцінкою, отриманою студентом, як результат захисту теоретичного матеріалу за тематикою лабораторної роботи, правильності виконання роботи та якості оформлення звіту.

Оцінка за самостійну роботу виставляється за виконання та захист презентації (реферату) за однією із тем курсу або виконання тесту.

Залікова оцінка виставляється на основі поточної успішності студента впродовж семестру та за результатами здачі підсумкового тесту із 50 запитань, які входили до тестових завдань, що виносилися на лекційні заняття.

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

Види навчальної роботи	Номер навчального заняття																	Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Лекції		4		3		3		3		3		3		3	3			25
Лабораторні з-тя			4				4		4		4				4			20
Самостійна робота									3							2		5
Залік /Екзамен																	50	50
Всього за заняття		4	4	3		3	4	3	7	3	4	3		3	7	2	50	100

Примітка: не рекомендується на один тиждень планувати кілька форм контролю.

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне забезпечення	Мультимедіа, комп'ютерна лабораторія для виконання лабораторних робіт.
Література: Основна	
<p>1. Мандзюк В.І. Технології мікроелектроніки. Курс лекцій: [Електронний ресурс] / Володимир Ігорович Мандзюк / Фізико-технічний факультет, Карпатський національний університет імені Василя Стефаника. – Івано-Франківськ, 2025. – 359 с. https://lib-repo.pnu.edu.ua/</p> <p>2. М.М Погребняк, В.П Прищепя. Мікроелектроніка: ч. 1. – К.: Вища школа, 2004. – 431 с.</p> <p>3. Закалик Л.У., Ткачук Р.А. Основи мікроелектроніки. – Тернопіль, ТДТУ ім. І. Пулюя, 1998.</p> <p>4. С.П. Новосядлий. Суб - і наномікронна технологія структур великих інтегральних схем: монографія. – Івано-Франківськ: Місто-НВ, 2010. – 456 с.</p> <p>5. Л. Ткачук, Р. Закалик. Основи мікроелектроніки. – Тернопіль: Медап, 1998. – 350 с.</p> <p>6. D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich, W. Heywang, R. Müller. Technology of Integrated</p>	

Circuits. –Berlin, Heidelberg, 2000.

7. С.П. Новосядлий. Фізико-технологічні основи субмікронної технології великих інтегральних схем. – Івано-Франківськ: Сімик, 2003. – 352 с.

8. Кузьмичев А.І., Писаренко Л.Д., Цибульський Л.Ю. Технологія виробництва мікросхем: навч. посібник – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.

9. В.І. Мандзюк, І.Т. Когут. Фізико-технологічні основи мікросистемної техніки. – Івано-Франківськ: Нова зоря, 2008. – 154 с.

10. М.Г. Находкін, Д. І. Шека. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки: підручник. Рек. МОН. – К.: Київський ун-т, 2005. – 431 с.

11. А.О. Дружинін. Твердотільна електроніка. Фізичні основи і властивості напівпровідникових приладів: навчальний посібник. – Львів: Вид-во Національного університету "Львівська політехніка", 2009. – 332 с.

12. П.Г. Стахів. Основи мікроелектроніки: функціональні елементи їх застосування: підручник. – Львів: 2003 – 208 с.

13. В.І. Мандзюк. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із курсу "Технології мікро- та наноелектроніки" для студентів спеціальності 171 "Електроніка" [Електронне видання] – Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, 2023. – 58 с. <https://lib-repo.pnu.edu.ua/>

14. Мандзюк В.І. Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів з дисципліни "Технології мікро- та наноелектроніки" [Електронне видання]. – Івано-Франківськ, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2023. – 32 с. <https://lib-repo.pnu.edu.ua/>

Додаткова

15. Електроніка і мікросхемотехніка: підручник /Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков; за ред. А.Г.Соскова. – 2-е вид. Рек МОН. – К.: Каравела, 2009. – 416 с.

16. С.М. Павлов. Основи мікроелектроніки: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 224 с.

17. Ю.М. Поплавко, О.В. Борисов, В.І. Ільченко, Ю.І. Якименко. Мікроелектроніка і наноелектроніка. Вступ до спеціальності: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2010.

18. Готра З.Ю. Фізичні основи електронної техніки / З.Ю. Готра, І.Є. Лопатинський, Б.А. Лукіянець, З.М. Микитюк, І.В. Петрович. – Львів : Бескид Біт, 2004.

19. І.П. Бурик. Технологічні основи виготовлення елементів напівпровідникових інтегральних мікросхем: конспект лекцій. – Суми: Сумський державний університет, 2015.

20. Конспект лекцій з дисципліни «Основи мікроелектроніки» для студентів спеціальності 7(8).05080201 - Електронні прилади та пристрої / Укладач: Л.В. Однорець. – Суми: СумДУ, 2016.

7. Контактна інформація

Кафедра	комп'ютерної інженерії та електроніки, вул. Шевченка, 57, ауд. 210 а, (0342)59-60-07, https://kkite.pnu.edu.ua/ kkie@pnu.edu.ua
Викладач	д.ф.-м.н., проф. Мандзюк В.І.
Контактна інформація викладача	volodymyr.mandzyuk@pnu.edu.ua

8. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та
--------------------------	---

	викладачів університету: https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/
Пропуски занять (відпрацювання)	Можливість і порядок відпрацювання пропущених здобувачем освіти занять регламентується Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності здобувачів освіти ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора № 799 від 26.11.2019 р.; із внесеними змінами наказом № 212 від 06.04.2021 р.) .
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	У разі виконання завдання здобувачем освіти пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка за завдання – «незадовільно», відповідно до Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора № 799 від 26.11.2019 р.; із внесеними змінами наказом № 212 від 06.04.2021 р.) .
Невідповідна поведінка під час заняття	Невідповідна поведінка під час заняття регламентується рядом положень про академічну доброчесність та може призвести до відрахування здобувача вищої освіти «за порушення навчальної дисципліни і правил внутрішнього розпорядку вищого закладу освіти», відповідно до Положення про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів вищих закладів освіти» (затверджене наказом Міністерства України № 245 від 15.07.1996 р.) .
Додаткові бали	Студент має змогу також отримати додаткові бали, пройшовши навчальний курс у вигляді неформальної освіти з отриманням сертифікату в межах тематики дисципліни впродовж навчального семестру; взявши участь у науковому, освітньому чи прикладному проекті, конференції, круглому столі, інших видах наукової активності, які відповідають профілю дисципліни; опублікувавши наукову працю, яка відповідає профілю дисципліни. Відповідно до Положення про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора № 799 від 26.11.2019 р.; із внесеними змінами наказом № 212 від 06.04.2021 р.) . відповідні студенти можуть отримати додаткові бали на підставі рішенням кафедр.
Неформальна освіта	У випадку, коли студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів. Можливість зарахування результатів неформальної освіти регламентується Положенням про порядок зарахування результатів неформальної освіти у ДВНЗ «Прикарпатський

	<u>національний університет імені Василя Стефаника»</u> <u>(введено в дію наказом ректора № 819 від 29.11.2019; із</u> <u>внесеними змінами наказом № 80 від 12.02.2021 р.).</u>
--	--

Рекомендовані платформи:

<https://ua.udemy.com/>;

<https://www.coursera.org/>

<https://prometheus.org.ua/>

Викладач _____ Володимир МАНДЗЮК