

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



Факультет/інститут фізико-технічний

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сучасні матеріали мікро- та наноелектроніки

Освітня програма: Комп'ютерне проектування інтегральних схем

Спеціальність: G5 Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 13 від “26” червня 2025 р.

м. Івано-Франківськ – 2025 р.

ЗМІСТ

1. Загальна інформація	3
2. Опис дисциплін	3
3. Структура курсу	5
4. Система оцінювання курсу	10
5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу	10
6. Ресурсне забезпечення	10
7. Контактна інформація	12
8. Політика навчальної дисципліни	12

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	Сучасні матеріали мікро- та наноелектроніки
Освітня програма	Комп'ютерне проектування інтегральних схем
Спеціалізація (за наявності)	-
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Освітній рівень	Бакалавр
Статус дисципліни	Очна, нормативна
Курс/семестр	1/1
Розподіл за видами занять та годинами навчання (якщо передбачені інші види, додати)	6 кредитів Лекції – 44 год. Лабораторні заняття – 46 год. Самостійна робота – 90 год.
Мова викладання	Українська
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://d-learn.pnu.edu.ua

2. Опис дисципліни

Мета та цілі курсу	<p>Метою навчальної дисципліни є формування у студентів практичних навиків та знань про властивості та структури провідників, напівпровідників, діелектриків, магнетиків, які широко використовуються як в електронній, так і в мікроелектронній техніці; методів отримання монокристалів матеріалів електронної техніки та практичному застосуванню технологічних середовищ мікроелектроніки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Матеріали високої провідності; - Метали і сплави різного призначення; - Вирощування кристалів з рідкої фази; - Вирощування кристалів з газової фази; <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Вимірювання питомого опору матеріалів; - Знаходити температурну залежність опору терморезисторів та позисторів; - Вирощування профільованих монокристалів; <p>Дисципліна «Сучасні матеріали мікро- та наноелектроніки» належить до переліку нормативних освітніх компонент освітньої програми «Комп'ютерне проектування інтегральних схем» освітнього рівня «бакалавр».</p>
--------------------	---

	Силабус навчальної дисципліни “Сучасні матеріали мікро- та наноелектроніки” складений відповідно до освітньо-професійної програми “Комп'ютерне проектування інтегральних схем” підготовки бакалаврів спеціальності "G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка".
Компетентності	<p>Загальні компетентності</p> <p>ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК11. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>Спеціальні (фахові предметні) компетентності</p> <p>СК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у електроніці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з електроніки та суміжних галузей.</p> <p>СК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердо тільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.</p> <p>СК9. Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.</p> <p>...</p>
Програмні результати навчання	<p>Р3. Знаходити рішення практичних задач електроніки шляхом застосування відповідних моделей та теорій електродинаміки, аналітичної механіки, електромагнетизму, статичної фізики, фізики твердого тіла.</p> <p>Р6. Застосовувати експериментальні навички для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.</p> <p>Р14. Дотримуватися норм сучасної української ділової та професійної мови.</p> <p>..</p>

3. Структура курсу

№	Тема	Результати навчання	Завдання
1	СТРУКТУРА ТА СИМЕТРИЯ ТВЕРДИХ ТІЛ	Знати які матеріали відносяться до конструкційних, їх види та призначення. Знати властивості електротехнічних матеріалів та їх поділ за властивостями.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи

		Вміти. Застосовувати властивості електротехнічних матеріалів при виготовленні друкованих плат способом травлення.	
2	Кристалічні структури матеріалів електронної техніки	Знати основні властивості твердих тіл, їх поділ та властивості. Вміти побудову просторової ґратки кристала шляхом трансляції	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
3	Реальні кристали та їх дефекти	Знати основні види дефектів у кристалах та їх вплив на електрофізичні властивості матеріалів. Вміти розрізняти види дефектів та їх вплив на фізичні властивості твердих тіл.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
4	Фазові діаграми матеріалів електронної техніки	Знати основні процеси які відбуваються у сплавах при їх перетворенні. Вміти прогнозувати фазові перетворення у сплавах різної концентрації при зміні температури під час технологічних процесів або в робочих умовах	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
5	Чисті речовини	Знати поняття хімічної частоти матеріалів, їх класифікацію та використання. Вміти вибирати найбільш ефективний метод для очищення кожного індивідуального матеріалу відповідно до його фізико-хімічних властивостей.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
6	Матеріали високої провідності	Знати які матеріали відносяться до групи з високою провідністю. Їх основні види, характеристики та способи отримання. Вміти розрізняти марки і сорти матеріалів з високою питомою	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи

		провідністю	
7	Метали і сплави різного призначення	Знати які метали відносяться до тугоплавких, їх експлуатації за високих температур, а також характеристики у інертних газах та вакуумі Вміти розрізняти марки і сорти благородних металів за допомогою реагентів	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
8	НАПІВПРОВІДНИКОВІ МАТЕРІАЛИ	Знати фізико-хімічні і електричні властивості напівпровідників. Основні сполуки напівпровідників які використовуються у мікро та наноелектроніці. Вміти розрізняти напівпровідникові матеріали відповідно до їх електричних властивосте.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
9	Вирощування кристалів з рідкої фази	Знати методи вирощування кристалів з розплавів. Вміти освоїти метод вирощування кристалів кремнію.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
10	Вирощування кристалів з газової фази	Знати методи вирощування кристалів з газової фази Вміти розрізняти виростити кристал з використанням хімічної транспортної реакції в ампулі	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
11	Вирощування профільованих монокристалів	Знати методи вирощування профільованих монокристалів Вміти вирощування монокристалів напівпровідникових матеріалів за способом Степанова.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
12	Полімери	Знати будову молекул, фізико – хімічні властивості та добування полімерів.	Поточний контроль, тести,

		Вміти розраховувати діелектричні втрати в полімерах які перетворюються на теплоту при дії електричного поля.	завдання для самостійної роботи
13	Пластичні маси	Знати будову молекул, фізико – хімічні властивості та добування пластичних мас. Вміти застосовувати різні сполуки речовин для виготовлення пластичних мас певної щільності.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
14	Електроізоляційні компаунди	Знати будову молекул, фізико – хімічні та електричні властивості електроізоляційних компаундів. Вміти застосовувати на практиці різноманітні види компаундів для покращення електроізоляції друкованих плат.	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
15	Неорганічне скло	Знати будову молекул, фізико – хімічні та електричні властивості неорганічного скла. Вміти застосовувати на практиці неорганічне скло як ізолятор для друкованих плат	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
16	Ситали	Знати будову молекул, фізико – хімічні та електричні властивості ситалів Вміти застосовувати ситалові конденсатори при проектуванні пристроїв НВЧ	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
17	Кераміка	Знати будову молекул, фізико – хімічні та електричні властивості кераміки. Вміти застосовувати технологічні властивості кераміки при проектуванні пристроїв мікроелектроніки	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
18	Сегнетоелектрики	Знати будову молекул, фізико	Поточний

		– хімічні та електричні кераміки сегнетоелектриків, їх класифікацію та застосування Вміти застосовувати технологічні властивості сегнетоелектриків для низькочастотних конденсаторів з великою ємністю.	контроль, тести, завдання для самостійної роботи
19	П'єзоелектрики. Піроелектрики.	Знати будову молекул, фізико – хімічні та електричні кераміки піроелектриків та п'єзоелектриків, їх класифікацію та застосування Вміти застосовувати технологічні властивості піроелектриків та п'єзоелектриків при проектуванні активних елементів	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
20	Рідкі кристали	Знати: фізико – хімічні та електричні властивості рідких кристалів їх класифікацію та застосування Вміти застосовувати технологічні властивості рідких кристалів при проектуванні індикаторних приладів	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
21	Матеріали для твердотілих лазерів	Знати: електричні властивості та будову твердо тільних лазерів. Вміти застосовувати технології проектування приладів з використанням твердо тільних лазерів	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи
22	Магнітні матеріали	Знати: електричні властивості магнітом'яких та магнітотвердих матеріалів. Їх основні електричні характеристики та сплави що використовуються у мікроелектроніці Вміти застосовувати	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи

		технологічні властивості магнітних матеріалів для застосування їх при проектуванні електронних приладів	
23	ТЕХНОЛОГІЧНІ СЕРЕДОВИЩА МІКРОЕЛЕКТРОНІК И	Знати: властивості таких середовищ як : технологічні гази, технологічна вода та вакуум. Вміти застосовувати технології проектування приладів у технологічному вакуумі	Поточний контроль, тести, завдання для самостійної роботи

4. Система оцінювання курсу

Накопичування балів під час вивчення дисципліни	
Види навчальної роботи (Примітка. Індивідуальна для кожного викладача)	Максимальна кількість балів
	1-й сем.
Лекції	-
Лабораторні роботи	46
Самостійна робота	4
Індивідуальне завдання	-
Залік/Екзамен	50
Максимальна кількість балів	100

5. Оцінювання відповідно до графіку навчального процесу

3-й семестр

Види навчальної роботи	Номер навчального заняття (залежить від ро																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Лекції																				
Лабораторні роботи	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Самостійна робота																				
Індивідуальні завдання																				
Екзамен																				

6. Ресурсне забезпечення

Матеріально-технічне	Інтерактивна панель, лабораторія для лабораторних
----------------------	---

забезпечення	робіт з, лабораторія електроніки з контрольно-вимірювальними приладами, матеріалами, навчальними і макетними платами.
--------------	---

Література:

Основна

1. Криськів С.К. Фізика. Модуль 5. Фізика електрорадіоматеріалів. Ч. 1. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів усіх спеціальностей. – Одеса, ОНАЗ.– 2009.
2. Одноворець Л. В., Пазуха І. М. Матеріали і компоненти функціональної електроніки. Сумський державний університет. – 2020. – 196 с.
3. Вікулін І.М., Коробіцин Б.В., Криськів С.К. Фізика. Фізика електрорадіоматеріалів. – К.: Кафедра, 2012. – 374 с.
4. Поплавко Ю.М. Фізика диелектриків. – Киев: Вища школа, 1980. – 400 с.
5. Радіотехнічні матеріали: Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін “Конструкційні та радіоматеріали” і “Електрорадіоматеріали” [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 “Телекомунікації та радіотехніка” / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю. В. Непочатих. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 74 с.
6. Методичні вказівки щодо виконання домашніх завдань, розрахунковографічних і контрольних робіт з дисципліни «Матеріалознавство РЕЗ» для студентів спеціальності «Конструювання та технологія радіоелектронних засобів» усіх форм навчання. – Київ: КПІ, 1990.

Допоміжна

1. Новосядлий С.П. Суб- і наномікронна технологія структур ВІС. Монографія, Івано – Франківськ: Місто-НВ-2010-458с.
2. Etienne Sicard, Sonia Delmas Bendhia Basics of CMOS Cell Design.- Electronics Books, Grenoble, France -2007, 449p.
3. Матеріали і компоненти електроніки: навчальний посібник / Є.Я. Швець, І.Ф. Червоний, Ю.В. Головка – Запоріжжя: ЗДІА, 2011. – 278 с.
4. Фізика напівпровідників. Підручник для студентів ВНЗ.МОНУ / Ю.В. Попик. Ужгород: ТОВ «ІВА», 2014. – 820 с. 3.Електроматеріалознавство. Підручник / Л.В. Журавльова, В.М. Бондар. К.: Грамота, 2006. – 312 с

Електронні ресурси

1. <https://d-learn.pnu.edu.ua/developer/course/view/6715>

7. Контактна інформація

Кафедра	Комп’ютерної інженерії та електроніки, вул. Шевченка, 57, 210а, 59-60-07, https://kkite.pnu.edu.ua/ , kkie@pnu.edu.ua
Викладач (і) Гостьові лектори	Бенько Тарас Григорович
Контактна інформація викладача	taras.benko@cnu.edu.ua

8. Політика навчальної дисципліни

Академічна доброчесність	<p>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/</p> <p>Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, підсумкового контролю.</p> <p>Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.</p>
Пропуски занять (відпрацювання)	<p>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.).</p>
Виконання завдання пізніше встановленого терміну	<p>У разі виконання завдання здобувачем освіти пізніше встановленого терміну, без попереднього узгодження ситуації з викладачем, оцінка виставляється», 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.).</p>
Невідповідна поведінка під час заняття	<p>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.).</p>
Додаткові бали	<p>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 проєкті, 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</p>

Неформальна освіта

від 26.11.2019 р.; із внесеними змінами наказом № 212 від 06.04.2021 р.). відповідні студенти можуть отримати додаткові бали на підставі рішенням кафедри.

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

Рекомендовані платформи:

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

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

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

Викладач

Бенько Тарас Григорович