



ЗАТВЕРДЖЕНО:

Методичною радою

КПІ ім. Ігоря Сікорського

(протокол №5 від «29» лютого 2024 р.)

Ф - КАТАЛОГ

вибіркових навчальних дисциплін

рівень вищої освіти

третього (освітньо-наукового)

освітньо-наукова
програма

«Мікро- та наносистемна техніка»

спеціальність

176 Мікро- та наносистемна техніка

навчальний рік

2024-2025

УХВАЛЕНО:

Вченою радою факультету електроніки

КПІ ім. Ігоря Сікорського

(протокол № 01/2024 від «29» січня 2024 р.)

Київ 2024

ВСТУП

Обсяг вибірових навчальних дисциплін становить не менше 25% загального обсягу відповідної освітньої програми за якою навчається здобувач на відповідному рівні вищої освіти.

Зміст конкретної вибіркової навчальної дисципліни визначає її силабус – робоча програма навчальної дисципліни.

Вибіркові навчальні дисципліни надають можливість здобувачу:

- побудувати індивідуальну траєкторію навчання;
- ознайомитися з сучасним рівнем наукових досліджень у відповідній галузі знань;
- поглибити професійну підготовку в межах обраної спеціальності та освітньої програми;
- здобути додаткові результати навчання.

Здобувач обирає дисципліни відповідно до навчального плану, за яким він навчається, що визначає кількість і обсяг навчальних дисциплін вільного вибору здобувача для конкретного семестру. У навчальному плані зазначено дві категорії дисциплін вільного вибору: цикл загальної підготовки та цикл професійної підготовки.

Здобувачі вищої освіти обирають дисципліни вільного вибору з циклу професійної підготовки з Ф-Каталогу (у рамках освітньої програми).

Навчальні дисципліни Ф-Каталогів спрямовані на формування результатів навчання для набуття спеціальних (фахових) компетентностей.

Каталог дисциплін вільного вибору є систематизованим анотованим переліком дисциплін, які відносяться до вибіркової складової освітньої програми для певного рівня вищої освіти.

ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧАМ КАТАЛОГУ

- Кількість і обсяг (у кредитах ЄКТС) навчальних дисциплін, які може обрати (вибіркових дисциплін) аспірант визначається навчальним планом, а саме для II курсу – 10 кредитів; по 5 кредитів у кожному семестрі). Обсяг, види аудиторних занять та контрольні заходи з вибіркових навчальних дисциплін визначаються відповідним навчальним планом.
- Вибір дисциплін з Ф-Каталогів аспірантами здійснюється, як правило, на початку весняного семестру першого року навчання (обрані дисципліни вивчатимуться у наступному навчальному році). Результати вибору використовуються для формування індивідуальних навчальних планів.
- Процедура вибору аспірантами навчальних дисциплін з Ф-каталогів реалізується через спеціалізовану інформаційну систему Університету («tu.kpi.ua»).
- Здобувач, який знехтував своїм правом вибору, може бути записаний на вивчення навчальних дисциплін, обраних завідувачем випускової кафедри для оптимізації навчальних груп/потоків.
- Якщо здобувач із поважної причини не зміг обрати дисципліни вчасно, або виявив помилку щодо свого волевиявлення, він звертається до деканату із заявою для запису на вивчення обраних ним дисциплін, надавши документів, які засвідчують поважність причин. Заява на зміну вибіркової дисципліни у сформованому індивідуальному навчальному плані має подаватися не пізніше ніж за місяць до початку семестру, в якому викладається ця дисципліна.
- Результати вибору здобувачем навчальних дисциплін зазначаються в його індивідуальному навчальному плані в розділі «Обрані дисципліни». Навчальні дисципліни, які внесені до індивідуального навчального плану здобувача, є обов'язковими для вивчення.
- Більше інформації про порядок реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін можна знайти у Положенні про реалізацію права на вільний вибір навчальних дисциплін здобувачами вищої освіти КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Ф-КАТАЛОГ – 2024 Р.

**ДИСЦИПЛІНИ ДЛЯ 2 КУРСУ
(ПОТРІБНО ОБРАТИ 10 КРЕДИТІВ; ПО 5 КРЕДИТІВ У КОЖНОМУ
СЕМЕСТРІ)**

№	Назва навчальної дисципліни	Семестр	Кількість кредитів	Семестрова атестація
•	Фотонні та оптоелектронні пристрої	3	5	екзамен
•	Photonic and optoelectronic devices	3	5	екзамен
•	Фізика активних діелектриків	3	5	екзамен
•	Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень	4	5	екзамен
•	Технологічні процеси мікро- та наносистемної техніки	4	5	екзамен
•	Electronic materials: principles and applied science	4	5	екзамен

АНОТАЦІЇ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ 2 КУРСУ ФОТОННІ ТА ОПТОЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Курс, семестр	2; 3
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	5 ЄКТС, лекції – 26 год.; практичні роботи – 26 год., самостійна робота – 98 год.
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Фізика напівпровідників, Оптоелектроніка
Що буде вивчатися	Найяскравіші і ефективні сфери застосування найсучасніших аспектів оптоелектроніки та фотоніки включаючи медицину
Чому це цікаво/треба вивчати	Фотоніка визнана однією з 6 ключових технологій сьогоdnішнього дня в світі. У США фотоніка визнана технологією першорядної необхідності для країни. Саме з фотонікою пов'язують сьогодні можливість вирішення багатьох проблем що стоять перед людством в області енергетики, охорони здоров'я, охорони навколишнього середовища, інформаційного забезпечення, промислового виробництва, забезпечення безпеки.
Чому можна навчитися	<p>ПРН3 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв фотоніки.</p> <p>ПРН4 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв фотоніки мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи оптики напівпровідників</p> <p>ПРН14 Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.</p> <p>ПРН16 Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів фотоніки для створення функціональних матеріалів та структур.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>ЗК1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</p> <p>ЗК7 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ФК1 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для фотоніки</p> <p>ФК8 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів фотоніки</p>

Інформаційне забезпечення дисципліни	- Силабус .Оптоелектроніка: навч. посібник /Е.І.Черняков та інш. – Харків: ХНУРЕ. 2015. – 396 с. -. Оптоелектроніка: ч.2,навч. посібник /Е.І.Черняков та інш. – Х.: ХНУРЕ. 2016. – 292 с Презентації лекцій
Вид семестрового контролю	Екзамен

PHOTONIC AND OPTOELECTRONIC DEVICES

Кафедра, яка забезпечує викладання	Microelectronics
Рівень вищої освіти	Third (educational and scientific)
Курс, семестр	2; 3
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	5 ЄКТС, лекції – 26 год.; практичні роботи – 26год., самостійна робота – 98 год.
Мова викладання	English
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Physics of Semiconductors, Optoelectronics
Що буде вивчатися	The course provides an introduction to photonics, optoelectronics, lasers and fiber-optics. The course concludes with semiconductor optics: communication systems, laser diodes, LEDs, photo-detectors and their application including medicine.
Чому це цікаво/треба вивчати	Photonics is recognized as one of the key technologies in the world today. In the United States, photonics is recognized as a technology of primary importance for the country. It is connected with photonics today the possibility of solving many problems facing humanity in the field of energy, health, environment, information support, industrial production, security.
Чому можна навчитися	ПРН3 Apply knowledge and understanding of physics, relevant theories, models and methods to solve practical problems of synthesis of photonics devices. ПРН4 Evaluate the characteristics and parameters of materials of photonics devices of micro- and nanosystem technology, know and understand the basics of semiconductor optics ПРН14 To be able to learn new knowledge, progressive technologies and innovations, to find new unconventional solutions and means of their implementation. ПРН16 Apply knowledge of structural features, nature of chemical bonding, and electrophysical properties of photonics materials to create functional materials and structures.

Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	3K1 Ability to apply knowledge in practical situations 3K7 Ability to search, process and analyze information from various sources. ФК1 Ability to use knowledge and understanding of scientific facts, concepts, theories, principles and methods for photonics ФК8 Ability to determine and evaluate the characteristics and parameters of photonics materials Understand and analyze the features of the components and devices of photonics; and identify areas for their rational application
Інформаційне забезпечення дисципліни	- Syllabus - Optoelectronics and Photonics principles and practices, Second Edition S.O.Kasap - Solid State Electronic Devices (6th Edition), Ben Streetman , Sanjay Banerjee - A. Yariv, P. Yeh, "Photonics: Optical Electronics in Modern Communication", 6th edition, Oxford University Press, 2007.
Вид семестрового контролю	Examination

ФІЗИКА АКТИВНИХ ДІЕЛЕКТРИКІВ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Курс, семестр	2; 3
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	5 ЄКТС, лекції – 26 год.; практичні роботи – 26 год., самостійна робота – 98 год.
Мова викладання	Англійська (за бажанням українська)
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Прилади на нанорозмірних та на квантових ефектах
Що буде вивчатися	Основи фізики активних діелектриків – Методи використання діелектриків в електроніці та наноелектроніці. – Основні електричні властивості твердих тіл та їх застосування в електроніці та прикладній фізиці, у тому числі сучасні діелектричні електронні прилади для досліджень у біології та медицині. – Нанофізика діелектриків, вплив структури на фізичні властивості діелектричних наноматеріалів і перспективи розвитку нового наукового напрямку – діелектроніки.
Чому це цікаво/треба вивчати	Активні (функціональні) діелектрики знайшли широке застосування в різних галузях науки і техніки – електроніці, радіотехніці, інформаційно-вимірювальній і обчислювальній техніці та ін. В останні роки відбувся якісний «стрибок» у розробці діелектричних наноматеріалів і створенні на їх основі нових видів мікроелектронних, оптоелектронних і

	<p>наноелектронних пристроїв з унікальними властивостями. Це зумовлено науковими відкриттями в галузі фізики функціональних діелектриків і появою нових прогресивних технологій їх виробництва та застосуванні.</p>
Чому можна навчитися	<p>Вивчення дисципліни сприяє досягненню таких результатів навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ПРН 1 Мати передові концептуальні та методологічні знання з мікро- та наносистемної техніки і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань, їх використання у власних дослідженнях та викладацькій практиці або професійній діяльності; – ПРН 6 Розробляти та досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у мікро- і наносистемній техніці та дотичних міждисциплінарних напрямках, у науково-педагогічній діяльності.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>Вивчення дисципліни сприяє формуванню таких компетентностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ФК 2 Здатність розвивати теоретичні засади, створювати і застосовувати сучасні об'єкти і процеси мікро- та наносистемної техніки; – ФК 7 Здатність застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати фізичні та математичні експерименти при проведенні наукових досліджень в області мікро- та наносистемної техніки.
Інформаційне забезпечення дисципліни	<ul style="list-style-type: none"> - Силабус - Ю.М. Поплавко. Фізика діелектриків. Київ, НТУУ "КПІ" Політехніка, 2015, 568 стор. Підручник. Затверджено МОН (Лист №1/11-16679 від 04.11.2013 р.) - Ю.М. Поплавко, Л.П. Переверзева, О.С. Воронов, Ю.І. Якименко. «ФІЗИЧНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО. Частина 2. ДІЛЕКТРИКИ. - Yuriy M. Poplavko. Physics of active dielectrics. Volume 1. Polarization, conduction, losses, breakdown. 349 pages. LAMBERT Academic Publishing. 2015. Навчальний посібник: Гриф «КПІ» - рішення Наукової Ради НТУУ Протокол №6 від 30 червня 2015 р. - Yuriy M. Poplavko. Physics of active dielectrics. Volume 2. Piezoelectrics, pyroelectrics, ferroelectrics, phase transitions. 251 pages. LAMBERT Academic Publishing. 2015. Навчальний посібник: Гриф «КПІ» - рішення Наукової Ради НТУУ Протокол №6 від 30 червня 2015 р.
Вид семестрового контролю	Екзамен

ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Електронної інженерії
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Курс, семестр	2; 4
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	5 ЄКТС, лекції – 36год.; практичні роботи – 18год., самостійна робота – 96год.
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Для вивчення дисципліни необхідні знання, уміння та навички з математичного аналізу, зокрема диференціального та інтегрального обчислення, обчислювальної математики, математичної фізики.
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> • специфіка та властивості математичних рівнянь, зокрема лінійних, нелінійних, диференціальних та інтегральних рівнянь, до яких зводяться задачі мікро та наноелектроніки; • чисельні методи розв'язання рівнянь; • розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними, які мають аналітичний розв'язок; • розв'язання задач наближення функцій, включаючи нелінійні задачі апроксимації; • розв'язання задач умовної та безумовної оптимізації; • обчислювальні засоби розв'язання математичних задач.
Чому це цікаво/треба вивчати	Більшість явищ та процесів в мікро- та наноелектроніці електроніці описуються алгебраїчними, диференціальними або інтегральними рівняннями. Вміння ставити задачі на основі таких рівнянь та їх розв'язувати дозволяє моделювати різноманітні процеси, явища, пристрої та прилади та системи в галузі мікро- та наноелектроніки, що є одним з етапів як їх наукового дослідження, так і створення нового покоління електронних пристроїв. Велика увага приділяється чисельним методам розв'язання, що враховують специфіку задач мікро- та наноелектроніки.
Чому можна навчитися	<p>Вивчення дисципліни сприяє формуванню таких результатів навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей, будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки, пропонувати способи розв'язання поставлених задач, коли методи їх вирішення не відомі (ПРН4). - Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження у сфері мікро- та наносистемної техніки, дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних теорій, методів, спеціалізованого обладнання та оснащення, інформаційно-комунікаційних технологій, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті

	<p>усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (ПРН5).</p> <p>- Планувати, організувати та координувати роботу щодо проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки. (ПРН6)</p> <p>- Розробляти нові методи і технології, програмні і апаратні засоби мікро- і наносистемної техніки, мікроелектронних інформаційних систем (ПРН9).</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	<p>Вивчивши дисципліну студент здобуває такі компетентності:</p> <p>- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).</p> <p>- Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології (ЗК4).</p> <p>- Здатність застосовувати методи аналізу, математичне моделювання, виконувати фізичні та математичні експерименти при проведенні наукових досліджень в області мікро- та наносистемної техніки (ФК8).</p> <p>- Здатність удосконалювати існуючі і розробляти нові методи і технології, програмні і апаратні засоби мікро- і наносистемної техніки біомедичного призначення (ФК9).</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<p>- Силабус</p> <p>- Бірта Г.О. Методологія і організація наукових досліджень / Г.О Бірта., Ю.Г. Бургу. – К.: Центр учбової літератури, 2014. — 142 с. — ISBN 978-617-673-248-8</p> <p>- Прокопенко Ю.В., Татарчук Д.Д., Казміренко В.А. Обчислювальна математика: Навч. Посібник.–К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2013.–224 с.</p> <p>- Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці : підручник / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. – Київ : ВНУ, 2006. – 480 с.</p>
Вид семестрового контролю	Екзамен

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Кафедра, яка забезпечує викладання	Мікроелектроніки
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Курс, семестр	2; 4
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	5 ЄКТС, лекції – 36год.; практичні роботи – 18год., самостійна робота – 96год.
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення дисципліни	Технологічні курси бакалаврської та магістерської підготовки

Що буде вивчатися	Особливості технологічних процесів мікроемеханічної обробки кремнію: вибухова літографія, LIGA- технологія та ін.
Чому це цікаво/треба вивчати	Сучасні МЕМС-сенсори для Інтернету речей, актуатори, радіочастотні блоки мікросхем базуються на процесах мікроемеханічної обробки кремнію
Чому можна навчитися	<p>Розробленню технологічних карт та регламентів виготовлення нових приладів мікросистемної техніки -</p> <p>Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження у сфері мікро- та наносистемної техніки, дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних теорій, методів, спеціалізованого обладнання та оснащення, інформаційно-комунікаційних технологій, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (ПРН5).</p> <p>- Планувати, організувати та координувати роботу щодо проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування мікро- та наносистемної техніки. (ПРН6)</p> <p>- Розробляти нові методи і технології, програмні і апаратні засоби мікро- і наносистемної техніки, мікроелектронних інформаційних систем (ПРН9).</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	<p>Для створення нових МЕМС вузлів вимірювальних та діагностичних систем на кристалі, при проектуванні МЕМС-елементів аналогових інтегральних схем</p> <p>-Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1).</p> <p>- Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології (ЗК4).</p> <p>- Здатність удосконалювати існуючі і розробляти нові методи і технології, програмні і апаратні засоби мікро- і наносистемної техніки біомедичного призначення (ФК9)</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<p>- Силабус</p> <p>- Фізичні основи електронної техніки.</p> <p>З.Ю.Готра, І.Є.Лопатинський, Б.А. Лукіянець. За редакцією З.Ю.Готри. Вип. Баскит Біт. 2004 р.</p> <p>- М.М. Прищепа, В.П.Погребняк. Мікроелектроніка. Ч. 1. Елементи мікроелектроніки. К. Вища школа. 2004р.</p> <p>- М.М.Прищепа, В.П.Погребняк. Мікроелектроніка. Ч. 2. Елементи мікросхемотехніки. К. Вища школа . 2006 р.</p> <p>Презентації лекцій.</p>
Вид семестрового контролю	Екзамен

ELECTRONIC MATERIALS: PRINCIPLES AND APPLIED SCIENCE

Кафедра, яка забезпечує викладання	Microelectronics
Рівень вищої освіти	Third (educational and scientific)
Курс, семестр	2; 4
Обсяг дисципліни та розподіл годин аудиторної та самостійної роботи	5 ЄКТС, лекції – 36год.; практичні роботи – 18год., самостійна робота – 96год.
Мова викладання	English
Вимоги до початку вивчення дисципліни	The task of this course is to give graduate student specialized in electronics and information technologies, the up-to-date knowledge about the theory and modern experimental data, as well as specifications of materials that are necessary for practical application in electronics.
Що буде вивчатися	The book uses simplified mathematical treatment of theories, while emphasis is placed on the basic concepts of physical phenomena in electronic materials.
Чому це цікаво/треба вивчати	Mechanical and thermal properties are reviewed and electrical and magnetic properties are emphasized. Basics of symmetry and internal structure of crystals and the main properties of metals, dielectrics, semiconductors, and magnetic materials are discussed.
Чому можна навчитися	The discipline facilitates reaching study goals: PRN 1 To have advanced conceptual and methodological knowledge of micro- and nanosystem engineering and at the border of subject areas, as well as research skills sufficient for conducting scientific and applied research at the level of the latest world achievements with the corresponding direction, obtaining new knowledge, their use in own research and teaching practice or professional activity\$ PRN 2 Freely present and discuss with specialists and non-specialists the results of research, scientific and applied problems of micro- and nanosystem technology in national and foreign languages, publicize the results of research in scientific publications in leading international scientific publications.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	The discipline facilitates development of the following competences: ZK 6 Ability to communicate in a foreign language in an amount sufficient to present and discuss the results of one's scientific work in oral and written form, as well as to fully understand foreign language scientific texts in the specialty. FC 7 Ability to apply methods of analysis, mathematical modeling, perform physical and mathematical experiments when conducting scientific research in the field of micro- and nanosystem technology.
Інформаційне забезпечення дисципліни	- Syllabus - Electronic materials. Principles and applied science. 2019, 683

	pages. Edited by ELSEVIER, USA. - Functional dielectrics for electronics. 2020, 294 pages. Edited by ELSEVIER, USA.
Вид семестрового контролю	Examination