



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»



ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННОЇ ІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА МІКРОЕЛЕКТРОНІКИ

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Методичною радою  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол №5 від «23» лютого 2023 р.)

## Ф - КАТАЛОГ

**вибіркових навчальних дисциплін**

рівень вищої освіти

третього (освітньо-наукового)

освітньо-наукова  
програма

**«Мікро- та наносистемна техніка»**

спеціальність

**153 Мікро- та наносистемна техніка**

навчальний рік

2023-2024

УХВАЛЕНО:

Вченою радою факультету електроніки  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 01/2023 від «30» січня 2023 р.)

Київ 2023

Зміст	
Вступ	3
Інструкція користувачам каталогу	4
Ф-Каталог – 2023 р.	5
Дисципліни для 2 курсу (потрібно обрати 10 кредитів)	.5
Анотації вибіркового дисциплін для 2 курсу	.....6
Фотонні та оптоелектронні пристрої	.....6
Photonic and optoelectronic devices	.....7
Фізика активних діелектриків	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b> 8
Обчислювальні методи та засоби наукових досліджень	.....10
Технологічні процеси мікро- та наносистемної техніки	.....12
Electronic materials: principles and applied science	.....13

## 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 траєкторією 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

1. 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 вибіркового навчальних дисциплін визначаються відповідним навчальним планом.
2. 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.
3. Процедура вибору аспірантами навчальних дисциплін з Ф-каталогів реалізується через спеціалізовану інформаційну систему Університету («[my.kpi.ua](http://my.kpi.ua)»).
4. Здобувач, який знехтував своїм правом вибору, може бути записаний на вивчення навчальних дисциплін, обраних завідувачем випускової кафедри для оптимізації навчальних груп/потоків.
5. 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.
6. 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.
7. 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 – 2023 Р.

**Дисципліни для 2 курсу  
(потрібно обрати 10 кредитів; по 5 кредитів у кожному семестрі)**

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

## АНОТАЦІЇ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ 2 КУРСУ

### ФОТОНІ 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 сьогодення 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	Розуміти та аналізувати особливості функціонування компонентів та пристроїв фотоніки; і визначати області їх раціонального застосування.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	Отримані знання дозволяють вільно орієнтуватися у сучасному просторі фотоніки при розробці інформаційних систем, засобів комунікації, тощо на будь-якому етапі професійної кар'єри (від рядового розробника до керівника проекту).
Інформаційне забезпечення дисципліни	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, навчальний посібник, методичні рекомендації, 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	<p>The course provides an introduction to photonics, optoelectronics, lasers and fiber-optics.</p> <p>The course concludes with semiconductor optics: communication systems, laser diodes, LEDs, photo-detectors and their application including medicine.</p>
Чому це цікаво/треба вивчати	<p>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.</p>
Чому можна навчитися	<p>Understand and analyze the features of the components and devices of photonics; and identify areas for their rational application.</p>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>The acquired knowledge allows to navigate freely in the modern space of photonics at any stage of the professional career (from ordinary developer to project manager).</p>
Інформаційне забезпечення дисципліни	<p>Curriculum and working programs of the discipline, Grading system, textbook, guidelines, lecture presentations</p>
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	<p>Основи фізики активних діелектриків</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Методи використання діелектриків в електроніці та наноелектроніці.</li> <li>– 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.</li> <li>– Нанофізика діелектриків, вплив структури на фізичні властивості діелектричних наноматеріалів і перспективи розвитку нового наукового напрямку – діелектроніки.</li> </ul>
Чому це цікаво/треба вивчати	<p>Активні (функціональні) діелектрики знайшли широке застосування в різних галузях науки і техніки – електроніці, радіотехніці, інформаційно-вимірювальній і обчислювальній техніці та ін.</p> <p>В останні роки відбувся якісний «стрибок» у розробці діелектричних наноматеріалів і створені на їх основі нових видів мікроелектронних, оптоелектронних і 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>– Визначати основні фізичні механізми діелектричної поляризації, механізми поглинання енергії, електричного впорядкування у твердих тілах та наносистемах, встановлювати зв'язок теорії з характеристиками функціональних діелектриків, визначити основні фізичні причини електричних,</p>



	<p>електромеханічних, та елетротеплових ефектів, що застосовуються мікроелектронікою та наноелектронікою.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Аналізувати проявлення електричного речовини на дію електромагнітного поля у сенсорних пристроях.</li> <li>– Визначати характерні особливості структури та симетрії діелектриків, механізми утворення електричного відгуку на різні впливи, зв'язок структури діелектриків з їх властивостями тощо.</li> <li>– Використовувати основні експериментальні методи дослідження активних діелектриків, відповідних параметрів матеріалів, основні методи аналізу різних характеристик.</li> </ul>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	<p>Визначати основні фізичні причини діелектричних властивостей в тих чи інших матеріалах, що застосовуються у сучасних електронних приладах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Проводити коректний підбір діелектричних матеріалів для застосування в мікро- та нано-електроніці.</li> <li>– Вибирати необхідні методи дослідження діелектричних параметрів відповідно до типу досліджуваного матеріалу, проводити аналіз діелектричних спектрів, запропоновувати їхню фізичну інтерпретацію.</li> <li>– Визначати домінуючі механізми електричного відгуку у кристалах та полікристалах, розраховувати параметри анізотропних активних матеріалів, використовувати методи оцінки та розрахунку діелектричних параметрів пасивних та активних діелектриків.</li> </ul>
Інформаційне забезпечення дисципліни	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, український та англійський підручники, конспект лекцій.
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.
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специфіка та властивості математичних рівнянь, зокрема лінійних, нелінійних, диференціальних та інтегральних рівнянь, до яких зводяться задачі мікро та наноелектроніки;</li> <li>- чисельні методи розв'язання рівнянь;</li> <li>- розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними, які мають аналітичний розв'язок;</li> <li>- розв'язання задач наближення функцій, включаючи нелінійні задачі апроксимації;</li> <li>- розв'язання задач умовної та безумовної оптимізації;</li> <li>- обчислювальні засоби розв'язання математичних задач.</li> </ul>
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>Після засвоєння навчальної дисципліни студенти отримують знання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– класифікації, властивостей та специфіки математичних задач мікро- та наноелектроніки;</li> <li>– методів розв'язання математичних задач, враховуючи їх специфіку</li> <li>– особливостей реалізації обчислювальних методів розв'язання задач мікро- та наноелектроніки, умов їх застосовності, можливостей адаптації до конкретних задач наукових досліджень;</li> </ul> <p>уміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– описувати фізичні задачі, що використовуються в електроніці, математичними рівняннями;</li> <li>– обирати ефективні методи розв'язання математичних задач;</li> <li>– інтерпретувати розв'язки задач мікро- та наноелектроніки.</li> </ul> <p>досвід:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– розв'язання математичних рівнянь мікро- та наноелектроніки;</li> <li>– впевненого використання чисельних методів розв'язання математичних задач, що не мають аналітичного розв'язку;</li> <li>– наближення експериментальних даних математичними функціями, пошуку параметрів процесів в мікро- та нано-пристроях, приладах та системах;</li> <li>– реалізації алгоритмів на різних обчислювальних платформах.</li> </ul>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	Отримані знання, уміння та досвід дозволять успішно освоювати подальші дисципліни та виконувати майбутню наукову діяльність за рахунок навиків вільного розв'язання широкого спектра математичних задач, використовуючи як аналітичні, так і чисельні методи.
Інформаційне забезпечення дисципліни	Конспект лекцій, методичні вказівки до виконання лабораторних та розрахунково-графічних робіт
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 мікромеханічної 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 мікромеханічної обробки кремнію
Чому можна навчитися	Розробленню технологічних карт та регламентів виготовлення нових приладів мікросистемної техніки
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями	Для створення нових МЕМС вузлів вимірювальних та діагностичних систем на кристалі, при проектуванні МЕМС-елементів аналогових інтегральних схем
Інформаційне забезпечення дисципліни	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, навчальний посібник, методичні рекомендації, презентації лекцій
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 – 36 год.; практичні роботи – 18 год., самостійна робота – 96 год.
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	Most lectures are devoted to the advanced scientific and technological problems of electronic materials; in addition, some new insights into the theoretical facts relevant to technical devices are presented.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями	Describe the modern state of research in nanophysics of metals, magnetic materials, dielectrics and semiconductors with particular attention to the influence of structure on the physical properties of nano-materials.
Інформаційне забезпечення дисципліни	Curriculum and working programs of the discipline; published by Yu.M. Poplavko tutorials: <i>Electronic materials. Principles and applied science.</i> 2019, 683 pages. Edited by ELSEVIER, USA. <i>Functional dielectrics for electronics.</i> 2020, 294 pages. Edited by ELSEVIER, USA.
Вид семестрового контролю	Examination