



Нелінійна оптика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>Е Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>Е6 Прикладна фізика та наноматеріали</i>
Освітня програма	<i>Прикладна фізика</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний</i>
Обсяг дисципліни	<i>ECTS – 4, Годин – 120, Лекції – 44, СРС - 76</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: Професор Стронський Олександр Володимирович alexander.stronski@gmail.com</i>
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни є системне ознайомлення студентів із науковими проблемами і сучасними підходами науки та інженерію матеріалів.

Завдання дисципліни:

- надати студентам всебічний погляд на стан і парадигми сучасного матеріалознавства та інженерії матеріалів;
- розвинути у студентів навички швидкого аналізу ключових характеристик і особливостей матеріалів з точки зору їх властивостей, будови, отримання, застосування;
- сформувані у студентів системне уявлення про новітні, нетрадиційні технології отримання матеріалів різної фізико-хімічної природи, структур, будови, архітектури і форм;
- поглибити навички студентів до стислої та якісної презентації результатів аналізу ключових характеристик і особливостей матеріалів з точки зору їх властивостей, будови, отримання, застосування;

Предметом є властивості, будова, застосування, виготовлення та методи дослідження нових матеріалів, в першу чергу для наукоємних технологій.

Навчальна дисципліна спрямована на формування наступних компетентностей:

- ♦ Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 01. Здатність до абстрактного та аналітичного мислення, розуміння основних концепцій, парадигми та ідей прикладної фізики
- ЗК 02. Здатність до навчання та самонавчання шляхом пошуку, аналізу та конструктивного синтезу інформації з різних джерел
- ♦ Фахові компетентності (ФК):
 - ФК 2. Здатність до безперервного поглиблення фундаментальних знань та систематичного вивчення та аналізу нової науково-технічної інформації, світового досвіду в галузі прикладної фізики та наноматеріалів
 - ФК 3. Здатність застосовувати теоретичні знання для аналізу фізичних систем, явищ і процесів в галузі прикладної фізики та наноматеріалів
 - ФК 7. Здатність швидко опановувати і експлуатувати складне наукомістке обладнання як дослідницьке, так і технологічне
 - ФК 9. Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, систем, обладнання, речовин і матеріалів (наноматеріалів)
 - ФК 10. Здатність до аналізу фізичних принципів імплементації інформаційних процесів в фізичних системах, в тому числі в енергетиці та біофізиці
- ♦ Програмні результати навчання (ПРН):
 - ПРН 01. Знання окремих розділів прикладної фізики на рівні, необхідному для виконання експериментальних досліджень та аналізу результатів в контексті існуючих теорій за умов невизначеності і неповноти експериментальних даних
 - ПРН 03. Знання сучасних технологій та методів експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів (наноматеріалів) та їхніх застосовувань.
 - ПРН 09. Вміння використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземною мовами, вміння читати та розуміти фахові англомовні джерела

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

Для засвоєння матеріалу курсу студенти повинні засвоїти термінологію та поняття всіх розділів загальної фізики та окремих розділів теоретичної фізики, фізики твердого тіла, квантової та опто-електроніки.

Вивчення курсу є необхідним етапом освіти фізика спеціальності Е6 «Прикладна фізика та наноматеріали» другого (магістерського) рівня вищої освіти. Дисципліна забезпечує формування фундаментальних знань у сфері, що займається сучасними матеріалознавством та інженерією матеріалів, є необхідним компонентом для роботи над магістерською дисертацією, науково-дослідної практики і закладає базу для подальшої спеціалізації в аспірантурі.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Лінійна та нелінійна поляризація матеріального середовища.

Розділ 2. Нелінійні явища, пов'язані з квадратичною нелінійною сприйнятливістю.

Розділ 3. Нелінійні явища, пов'язані з кубічною нелінійною сприйнятливістю.

Розділ 4. Динамічна голографія (Обертання хвильового фронту).

Розділ 5. Оптична бістабільність.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні:

- І.В.Фекешгазі, В.Ф.Когденко. Нелінійна оптика напівпровідників, «Знання», Київ.-1975.-63С.
- В.І.Григорук, Коротков П.А., Хижняк А.І. Лазерна фізика К.: „МП Леся”.-1997.-480с.
- М.Мілер. Голографія Л.:”Машиностроение”.-1979.-207с.

Додаткові:

- Boyd R.W. Non-linear Optics, 4-th edition 2020 Elsevier Academic press. 634 P.
- Justin Peatross Michael Ware Brigham Physics of Light and Optics Young University 2015 Edition October 22, 2017 337 P.
- Fundamentals of Nonlinear Optics ECED 6400 Lecture Notes c 2016 Sergey A. Ponomarenko 138 P.
- Boyd R.W. Non-linear Optics, third edition 2008 Elsevier Academic press. 613 P.
- Joannopoulos J.D., et,al. Photonic Crystals (Moulding by light), second edition, 2008 by Princeton University Press, 286 P.
- Manfred Wohlecke Klaus Betzler Mirco Imlau Nonlinear Optics Fachbereich Physik, Universitat Osnabruck 2003, 2004, 2005. -110 P.
- M.Born and Emil Wolf. Principles of Optics. 7-th edition.- Cambridge University Press, 2002.-952С.
- M.Evans Modern Non-Linear Optics Pt I,II,III John-Wiley&Sons-2001.
- Handbook of optics: v.IV-Fiber Optics and Non-Linear Ed. M.Bass.-Mc-Graw-Hill-2001.
- Non-Linear Fiber Optics III-rd edition G.P.Agrawal-Academic Press.-2001
- В.Л.Винецкий, Н.В.Кухтарев. Динамическая голография. Киев, «Наукова Думка», 1983.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика опанування спрямована на послідовне засвоєння теоретичних знань і формування професійних компетентностей, передбачених освітньою програмою. Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії активної взаємодії викладача та студента для засвоєння матеріалу і розвитку практичних навичок.

♦ Лекційні заняття:

- Пояснювально-ілюстративний та проблемно-пояснювальний методи;
- Використання мультимедійних презентацій, демонстрацій відеоекспериментів та моделей;
- Актуалізація знань через тестування та бліц-опитування.

♦ Самостійна робота студента:

- Пошуковий метод;
- Колективна робота;

Лекційні заняття

№ з/п	Тема
1.	Квінтет сучасної науки про матеріали: застосування, властивості, будова, виготовлення, дослідження Взаємозв'язок між застосуванням, властивостями, будовою, виготовленням та дослідженням матеріалів. Приклад "інноваційного життя" діоксиду титану.

2.	Ретроспективи та сучасні виклики в дизайні та застосуванні наукоємних матеріалів Ретроспективи та сучасні виклики в дизайні та застосуванні наукоємних матеріалів. Епохи і зміна парадигм в науці про матеріали. Антична, Класична, Сучасна, Модернові епохи.
3.	Класифікація наукоємних речовин та матеріалів з точки зору застосування Матеріали для застосувань в області отримання, обробки, передачі та зберігання інформації, електроніки, фотоніки, Матеріали для енергетики, екології, безпеки та сталого розвитку. Функціональні та розумні матеріали. Біоматеріали. Перспективні матеріали.
4.	Класифікація наукоємних речовин та матеріалів з точки зору структури, форм, методів отримання та їхнього впливу на властивості матеріалів Типи атомних зв'язків. Кристалічні, аморфні, пористі матеріали. Квазикристали. Нетрадиційні методи отримання та вплив на властивості.
5.	Парадигма наноструктур та наноматеріалів Наноматеріали, наноструктури, нанопорошки. Вплив поверхні. Ефекти розмірності. Квантові структури, вуглецеві наноматеріали, 2D наноструктури
6.	Матеріали для електроніки, фотоніки та оптоелектроніки. Складні, вузькозонні, широкозонні. органічні, аморфні напівпровідники, електроніка діаманту, напівпровідникові діоди та лазери на гетероструктурах, прозорі дисплеї
7.	Структурні та функціональні матеріали Легкоплавні, жароміцні, об'ємноаморфізуючися, високоентропійні матеріали. Матеріали для ядерної енергетики. Інтерметаліди. Аерогелі. Структурні матеріали.
8.	Матеріали для нетрадиційної енергетики, збереження енергії, екології, сталого розвитку і безпечного середовища Матеріали для фотовольтаїки та сонячної енергетики, паливних комірок, розщеплення води, генерації та збереження водню, електродів для батарей, поглинання та збереження CO ₂ , каталізу та очищення води, твердотілого охолодження
9.	Біоматеріали для медицини. Біосумісні матеріали для імплантів. Інженерія тканин. 3D принтинг біотканин. Наночастинки для доставки ліків
10.	Біоміметика Матеріали для біоніки, біоміматики, біоінспіровані матеріали
11.	Перспективні матеріали для спінтроніки та обчислювальних систем не фон-неймановської архітектури Антиферромагнітна спінтроніка, розбавлені магнетики, органічна та молекулярна спінтроніка
12.	Перспективні матеріали для фізичної імплементації квантових обчислень, датчиків та комунікацій. Матеріали для імплементації кубітів напівпровідників, квантові точки, захоплені іони, топологічні кубіти, N-V центри в діаманті
13.	Перспективні вуглецеві матеріали Графен, фулерени, нанотрубки, штучні діаманти
14.	Топологічні матеріали Графен, ізолятори Вейля, Дірака, матеріали Кітаєва

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів включає:

- засвоєння матеріалу лекційних занять передбачає пошук студентами найсвіжіших наукових статей, оглядів, презентацій, відео за темою лекцій.
- виконання тестів для перевірки засвоєння матеріалу.
- підготовка до опитувань на лекціях.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до лекційних занять	44
2.	Підготовка до самотестування та МКР	26
3.	Підготовка до заліку	6
	Загалом	76

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Програмні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

Відвідування занять

Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опановувати самостійно. У будь-якому випадку студентам рекомендується відвідувати усі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для набуття загальних та фахових компетентностей.

Пропущені контрольні заходи

Пропущений залік не зараховується; у такому випадку студент отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен складати залік на додатковій сесії.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Активність на лекційних заняттях і виконання тестів

На лекційних заняттях під час бліц-опитувань отримується 0.5 бала за кожну вірну відповідь. Виконання тестів з лекційних курсів для самоперевірки відбувається на дистанційній платформі центру інформаційних технологій в освіті ІПО КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали	
Критерій	Ваговий бал
Участь у національних, міжнародних змаганнях, хакатонах за темою дисципліни	5-10 балів в залежності від місця, яке зайняв
Активна участь на лекції	1-5 балів
Пошук та використання інформаційних ресурсів, ілюстрацій, відео, медіа ресурсів, що доповнюють поточний курс	1-10 балів

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Календарний контроль

Календарний контроль проводиться з метою моніторингу виконання здобувачами індивідуальних навчальних планів згідно з графіком навчального процесу. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, необхідний для отримання позитивного календарного контролю доноситься до студентів викладачем не пізніше ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

Залік

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

№ з/п	Контрольний захід	Всього
1.	Активність на лекційних заняттях під час бліц-опитувань	
2.	Тестування	
3.	МКР	
	Всього	100

Зі здобувачами, які мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку в семестрі, викладач проводить семестровий контроль у вигляді співбесіди та тестування (якщо протягом семестру не всі тести було виконано). Попередній рейтинг здобувача скасовується, співбесіда і тестування оцінюються в 100 балів.

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	+
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	+

$75 \leq RD \leq 84$	Добре	+
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	+
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	+
$RD < 60$	Незадовільно	–
Невиконання умов допуску	Не допущено	–

Результати навчання за ОК можуть бути перезараховані, в повному обсязі або за окремими компонентами, якщо студент взяв участь у наукових літніх/зимних школах, сертифікованих програмах тощо за умови надання відповідних документів (сертифікатів, свідоцтв, посилання тощо), які визначають тематику, обсяги та перелік результатів навчання, набутих під час неформального навчання, а також результати контролю. Порядок визнання регламентується «Положенням про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній / інформальній освіті»

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри прикладної фізики, д. ф.-м. н., Стронським Олександром Володимировичем

Ухвалено на засіданні кафедри Прикладної фізики (протокол №8 від 11.06.2025р)

Затверджено Методичною комісією НН ФТІ (протокол № 6 від 30.06.2025р.)