



Квантова та нелінійна оптична обробка інформації

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

• Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані оптико-електронні системи та технології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (дистанційна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 120 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / Модульна контрольна робота, поточний контроль</i>
Розклад занять	<i>згідно розкладу на http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: к.т.н., старший викладач Васильковська Інна Олегівна Практичні / Семінарські: к.т.н., старший викладач Васильковська Інна Олегівна
Розміщення курсу	Кампус, платформа Сікорський: https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2785

• Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна “Квантова та нелінійна оптична обробка інформації” вивчає основні засади теорії оптичного випромінювання з позиції квантово-хвильового дуалізму, а саме, принципи побудови квантових пристроїв, основи нелінійної оптики та її застосування, основні засади оптичної обробки інформації. Квантова та нелінійна оптика належить до галузі, в якій будують волоконно-оптичні лінії зв'язку, квантові комп'ютери, автоматизовані лазерні системи військового, технологічного, медичного призначення, тощо.

Метою кредитного модуля є підсилення у студентів здатностей:

- **ЗКО1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **ФК 1.** Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.
- **ФК 2.** Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.
- **ФК 4.** Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних

моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

- **ФК 9.** Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Після засвоєння кредитного модуля студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- **ПРН 2.** Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.
- **ПРН 4.** Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.
- **ПРН 6.** Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- **ПРН 7.** Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.
- **ПРН 12.** Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

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

Для успішного засвоєння дисципліни необхідні базові знання з вищої математики та фізики. Усі наступні дисципліни використовують результати навчання даної дисципліни.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Теплове випромінювання

Вступ

Тема 1.1. Закони теплового випромінювання.

Тема 1.2. Оптична пірометрія.

Розділ 2. Основи квантової оптики

Тема 2.1. Функція Планка і поняття про квант світла.

Тема 2.2. Взаємодія випромінювання із середовищем.

Тема 2.3. Люмінесценція.

Розділ 3. Основи нелінійної оптики

Тема 3.1. Фізичні основи нелінійної оптики.

Тема 3.2. Інтенсивність. Лінійний та нелінійний атомний осцилятор

Тема 3.3. Нелінійна поляризація середовища та пов'язані з нею нелінійні оптичні явища.

Тема 3.4. Накопичення нелінійних ефектів

Тема 3.5. Параметричні генерація світла

Тема 3.6. Вимушене розсіювання світла. Самофокусування

Тема 3.7. Самодефокусування світла

Розділ 4. Основи оптичної обробки інформації

Тема 4.1. Основи оптичної обробки інформації. Експеримент Аббе-Портера.

Тема 4.2. Компоненти оптичних систем обробки інформації

Тема 4.3. Запис оптичної інформації

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Лукіянець Б. А., Понеділок Г. В., Рудавський Ю. К. Основи квантової фізики: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво львівської політехніки, 2018. – 420 с.
2. Чумак О.О. Квантова оптика: навчальний посібник. – Львів, ЄвроСвіт, 2014. – 272 с.
3. Чадюк, В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання. Книга перша: навчальний посібник / В. О. Чадюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 398 с.
4. Чадюк, В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання. Книга друга: навчальний посібник / В. О. Чадюк ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 336 с.

Допоміжна

1. Шон Керролл. Велика картина. Осягнути всесвіт. – Харків: Фабула, 2019. – 400 с.
2. Джим Аль-Халілі. Світ очима фізика. – Харків: Фабула, 2022. -192 с.
3. Стівен Хокінг. Короткі відповіді на великі питання. – Харків, Вівсянка, 2019. – 224 с.

Інформаційні ресурси

1. Конспект модуля "Квантова фізика" на <http://elearn.univector.net>
2. Вікіпедія <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

● Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Вступ. Становлення квантової та нелінійної оптики.
2. Теплове випромінювання. Закони теплового випромінювання.
3. Оптична пірометрія.
4. Вступ до основ квантової оптики. Функція Планка і поняття про квант світла.
5. Взаємодія випромінювання із середовищем.
6. Люмінесценція.
7. Фізичні основи нелінійної оптики.
8. Інтенсивність. Лінійний та нелінійний атомні осцятлатори
9. Нелінійна поляризація середовища та пов'язані з нею нелінійні оптичні явища. Оптичне детектування. Генерація гармонік.
10. Зміна показника заломлення середовища. Нелінійне відбиття світла. Багатофотонне поглинання
11. Нелінійна поляризація середовища та пов'язані з нею нелінійні оптичні явища. Багатофотонний фотоефект.
12. Накопичення нелінійних ефектів.

13. Параметрична генерація світла.
14. Вимушене розсіювання світла. Самофокусування.
15. Самодефокусування світла в нелінійному середовищі.
16. Основи оптичної обробки інформації. Експеримент Аббе-Портера.
17. Компоненти оптичних систем обробки інформації.
18. Принципи запису та зчитування оптичної інформації.

Практичні заняття:

1. Розв'язування задач на тему «Закони теплового випромінювання».
2. Розв'язування задач на тему «Квантова природа світла».
3. Розв'язування задач на тему «Фотоефект».
4. Розв'язування задач на тему «Ефект Комптона».
5. Розв'язування задач на тему «Взаємодія сильного світлового поля з середовищем».
6. Розв'язування задач на тему «Залежність показника заломлення та параметрів поширення світла від його інтенсивності».
7. Розв'язування задач на тему «Нелінійна поляризація середовища та пов'язані з нею нелінійні оптичні явища».

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання задач для закріплення теоретичного матеріалу. Кожне індивідуальне завдання містить практичні задачі за варіантами. Модульна контрольна робота полягає у розв'язуванні двох індивідуальних задач за темами: Взаємодія сильного світлового поля з середовищем та Нелінійна поляризація середовища та пов'язані з нею нелінійні оптичні явища.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На самостійну роботу студентів виділяється 66 годин, з яких 6 годин - на підготовку до заліку, 60 години - на опрацювання матеріалів лекцій, практичних занять та навчальної літератури відповідно до структури дисципліни.

● Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - не запізнюватись на заняття; при запізненні більш ніж на 15 хв., заходити на другу пів пару, щоб не відволікати присутніх; попереджати через старосту про пропуск заняття з поважної причини чи у раз хвороби (підтвердити ксерокопією медичної довідки);
 - при навчанні в дистанційному режимі: Zoom-конференція за посиланням викладача;
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;

- дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
- забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин;
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа;
 - при округленні до цілого числа всі цифри, що йдуть за наступним розрядом замінюються нулями;
 - якщо цифра розряду, що залишився, 5 або більша, то ціле число збільшується на одиницю, а розряд прирівнюється до нуля;
 - якщо цифра розряду, що залишився, менша за 5, то ціле число не змінюється, а розряд прирівнюється до нуля.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	виконання індивідуальних завдань на практичних заняттях (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	7	10	70
2	Виконання модульної контрольної роботи (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	1	30	30
Усього:				100

Шкала оцінювання індивідуальних завдань:

- повністю вірно виконання завдання - 10 балів;
- вірно виконання завдання з незначними неточностями – 8-9 балів;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 6-7 балів;
- завдання не виконано, або виконано вірно менше 60% завдання - 0 балів.

Виконання модульної контрольної роботи оцінюється наступним чином:

- повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 30 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 22-29 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 18-21 балів;
- відповідь відсутня/незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) – 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме на менш ніж 19 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 40 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 33 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 70 балів).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: оцінка з модульної контрольної роботи не менше 22 бали, оцінка за практичні заняття не менше 38 балів, семестровий рейтинг не менше 60 балів.

МКР проводиться на 12 тижні від початку семестру.

Студенти, які виконали МКР, всі індивідуальні завдання, але набрали менше 60 балів, або які бажають підвищити оцінку, можуть виконувати залікову контрольну роботу, яка складається з задачі та теоретичного питання, відповідь на кожне питання оцінюється в 10 балів. У цілому студент може одержати за залікову контрольну роботу або підвищити оцінку не більше, ніж на 20 балів:

- повна вірна відповідь на запитання - 10 балів
- повна відповідь на запитання, є незначні неточності, відповідь містить не менше 75% потрібної інформації – 7-9 бали;
- відповідь з суттєвими неточностями, але містить не менше 60% потрібної

інформації – 6 бали;

- відповідь відсутня, або містить менше 60% потрібної інформації - 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Квантова та нелінійна оптична обробка інформації» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем кафедри КІОНС, к.т.н. Васильковською Інною Олегівною.

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 12 від 31.05.2023 р.).

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року).