



ОСНОВИ КВАНТОВИХ ОПТИЧНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалавський)
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування ¹
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2022, 3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/поточний контроль, модульна контрольна робота
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., проф. Колобродов Валентин Георгійович thermo@ukr.net Практичні: к.т.н., ст. вик. Васильковська Інна Олегівна inna_kuchugura@ukr.net
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua https://do.ipk.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Основи квантових оптичних комп'ютерів» є вибірковою дисципліною для підготовки бакалаврів за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні».

Метою дисципліни 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.

Після засвоєння кредитного модуля студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- **ПРН 2.** Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

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

Вивчення дисципліни базується на знаннях з дисциплін «Фізика», «Вища математика».

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, курсовому проектуванні та при виконанні кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Електромагнітна теорія світла

Тема 1. Вступ. Роль і місце електромагнітної теорії в фізичній оптиці.

Тема 2. Шкала електромагнітних хвиль.

Тема 3. Рівняння Максвелла.

Тема 4. Хвильове рівняння.

Тема 5. Властивості електромагнітних хвиль.

Тема 6. Ефект Допплера.

Розділ 2. Основи квантової теорії світла

Тема 1. Доказ існування атомних частинок.

Тема 2. Гіпотеза Планка.

Тема 3. Квантова теорія випромінювання.

Розділ 3. Фізичні основи роботи квантових комп'ютерів

Тема 1. Принципи роботи сучасних когерентних і квантових оптичних систем запису, зберігання і обробки інформації.

Тема 2. Основні узагальнені характеристики квантових комп'ютерів.

Тема 3. Перспективи розвитку квантових оптичних комп'ютерів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Колобродов В. Г. *Основи хвильової оптики : підручник / В. Г. Колобродов.* – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 404 с. ISBN 978-966-990-017-3

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

На практичних заняттях розв'язуються приклади, які відповідають лекційним темам, також індивідуально кожен студент здає по одній задачі, які були задані для СРС.

Лекційні заняття.

Лекція 1. Вступ. Роль і місце електромагнітної теорії в фізичній оптиці.

Лекція 2. Шкала електромагнітних хвиль.

Лекція 3. Рівняння Максвелла.

Лекція 4. Хвильове рівняння.

Лекція 5. Властивості електромагнітних хвиль.

Лекція 6. Ефект Допплера.

Лекція 7. Доказ існування атомних частинок.

Лекція 8. Гіпотеза Планка.
Лекція 9.. Квантова теорія випромінювання.
Лекція 10. Корпускулярно-хвильовий дуалізм.
Лекція 11. Двохщільний експеримент.
Лекція 12. Проблема квантового вимірювання
Лекція 13. Квантові біти – кубіти та декогерентність.
Лекція 14. Квантова заплутаність.
Лекція 15. Дії з кубітами. Квантові обчислення.
Лекція 16. Квантовий паралелізм.
Лекція 17. Створення квантового комп'ютера.
Лекція 18. Перспективи розвитку квантових комп'ютерів.

Практичні заняття.

Практичне заняття 1. Електромагнітна теорія. Рівняння Максвелла.
Практичне заняття 2. Властивості електромагнітних хвиль. Енергія світлової хвилі.
Практичне заняття 3. Квантова природа поглинання та випромінення світла та її зв'язок з будовою атома.
Практичне заняття 4. Спектри атомів.
Практичне заняття 5. Уточнена модель атому.
Практичне заняття 6. Основи квантових обчислень
Практичне заняття 7. Квантові гейти
Практичне заняття 8. Квантові алгоритми
Практичне заняття 9. Реалізація квантових схем в системі IBM Quantum Experience.

Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання передбачають розв'язання задач для закріплення теоретичного матеріалу. Модульна контрольна робота полягає у розв'язуванні двох індивідуальних задач за темами практичних занять: 4. Спектри атомів; 7. Квантові гейти. Модульна контрольна робота виконується на 12 тижні.

5. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами, підготовку до практичних занять, виконання модульної контрольної роботи

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

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - обов'язкова присутність студента на заняттях;
 - при навчанні в дистанційному режимі: Зоот-конференція за посиланням викладача;
- **правила поведінки на заняттях:**

- забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або підтримання здоров'я;
 - дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернеті або на платформі дистанційного навчання Moodle;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
- **правила виконання завдань на практичних заняттях**
 - на практичному занятті студент надає виконане практичне завдання для перевірки викладачу, під час опитування відповідає на запитання викладача;
 - при дистанційному навчанні надсилає виконане практичне завдання за темою заняття на електронну адресу викладача чи Telegram канал, під час опитування відповідає на запитання викладача;
 - в окремих випадках (за наявності документально підтверджених вагомих причин) допускається можливість індивідуального захисту виконаного практичного завдання;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - штрафні бали призначаються за несвоєчасне подання інформації за темами практичних занять, заохочувальні – за виконання ускладнених завдань;
 - 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 контроль 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;
 - вчасним захист завдання вважається в межах одного заняття наступної теми (поточною вважається тема, завдання з якої хоче захистити студент) навчального часу відповідно до силабусу та/або календарного плану;
 - невчасним вважається захист завдання з затримкою більше ніж на одне практичне заняття наступної теми, порушення даного дедлайну призводить до зменшення кількості балів за роботи та оцінюється на 1 бал нижче, ніж вказано п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання» за кожне наступне заняття наступних тем;
- **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 контролі 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.

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

Поточний контроль:

№	Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
1	Поточне опитування та розв'язування завдань за темою практичного заняття (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	8	8	64
2	Модульна контрольна робота (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)» силабусу)	1	36	36
Усього:				100

Опитування та розв'язування завдань за темою практичних занять, кожне завдання оцінюється в 8 балів:

- повне і безпомилкове правильне розв'язання завдання, правильні відповіді на запитання – 8 балів;
- розв'язання завдання з незначними помилками (правильно вирішено не менше 75% завдання), відповіді з незначними неточностями – 6-7 балів;
- розв'язання завдання з помилками (правильно вирішено не менше 60% завдання), відповіді з незначними неточностями – 5 балів;
- не розв'язане завдання, або розв'язання містить суттєві помилки (правильно - менше 60% завдання) і невірний кінцевий результат – 0 балів.

Шкала оцінювання модульної контрольної роботи:

- повністю вірно виконання завдання/вірно виконано не менше 95% завдання – 34-36 балів;
- вірно виконання завдання з незначними неточностями (правильно виконано понад 75% завдання) – 27-33 бали;
- вірно виконано більше 60% завдання, але є суттєві недоліки – 22-26 балів;
- завдання не виконано/ вірно виконано менше 60% завдання - 0 балів.

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

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент

матиме не менш ніж 18 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 30 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 45 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 75 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.

Студенти, які виконали МКР, всі практичні заняття, але набрали менше 60 балів, або які бажають підвищити оцінку, можуть виконувати залікову контрольну роботу, яка складається з двох задач, відповідь на кожен з яких оцінюється в 10 балів. У цілому студент може одержати за залікову контрольну роботу або підвищити оцінку не більше, ніж на 20 балів:

- повне і безпомилкове правильне розв'язання задачі, правильні відповіді на запитання – 10 балів;
- розв'язання задачі з незначними помилками (правильно вирішено не менше 75% завдання), відповіді з незначними неточностями – 8-9 балів;
- розв'язання задачі з помилками (правильно вирішено не менше 60% завдання), відповіді з неточностями – 6-7 балів;
- не розв'язана задача, або розв'язання містить суттєві помилки (правильно - менше 60% завдання) і невірний кінцевий результат – 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

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Немає

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: д.т.н., проф. Колобродовим Валентином Георгійовичем.

Ухвалено кафедрою КІОНС (протокол № 14 від 06.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/22 від 07.07.2022 року)