



Фотонні та оптоелектронні пристрої

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування</i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наносистемна техніка</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор/ Практичні: к.ф-м.н. Свечніков Г.С. svgeorge13@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Код курсу fdznke https://meet.google.com/lookup/bcxsaasirf</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Технологія впливає на всіх нас. Здебільшого це робить життя простішим, безпечнішим та приємнішим. Це дозволяє нам досліджувати невідому територію і виробляти речі, які були неможливі лише кілька років тому. І нас чекає набагато більше. Однією з технологій, що обумовлює багато з цих змін, є фотоніка - вона швидко розвивається і незабаром матиме той самий статус, що й щось на зразок електроніки, старої технології, яка впливає на стільки частин нашого життя сьогодні.

Фотоніка є скрізь навколо нас: від комунікацій та охорони здоров'я, до обробки матеріалів у виробництві, до освітлення та фотоелектрики та до повсякденних продуктів, таких як DVD-програвачі та мобільні телефони.

На сьогоднішній день фотоніка є однією з ключових технологій, що сприяють вирішенню великих проблем 21 століття, наприклад у сферах енергетики, мобільності, охорони здоров'я, зв'язку, навколишнього середовища та безпеки. Існує небагато технологій, які так само керують у нашому повсякденному житті, як фотоніка.

Фотоніка є більш широке поняття яке включає в якості однієї з її складових частин і оптоелектроніку. Фотоніка покриває широкий спектр оптичних, електрооптичних і оптоелектронних пристроїв та їх різноманітних застосувань.

Корінні області досліджень фотоніки включають волоконну та інтегральну оптику, в тому числі нелінійну оптику, фізику і технологію напівпровідникових з'єднань, напівпровідникові лазери, оптоелектронні пристрої, високошвидкісні електронні пристрої.

Знання, набуті в результаті вивчення даного курсу, використовуються при підготовці дипломних проектів та робіт.

Мета: познайомити студентів з самими останніми досягненнями в області фотоніки та оптоелектроніки, викладання дисципліни ґрунтується на підготовці студентів в області фізичних принципів функціонування, типових схем побудови, технології виготовлення сучасних фотонних та оптоелектронних пристроїв, а також формування у студентів знань та навичок, що дозволяють проводити інформаційний пошук в межах поставленої науково-дослідницької задачі.

Студент, що вивчив курс повинен

знати:

- апарат понять (термінологію) дисципліни;
- основні типи приладів фотоніки, принципи їх дії, характеристики і параметри; Залежності характеристик і параметрів від умов експлуатації, області застосування;
- основи аналізу і розрахунку приладів фотоніки
- основні технічні та технологічні рішення в області фотоніки

вміти:

- визначити основні фізичні причини тих чи інших електричних та оптичних властивостей матеріалів, що застосовуються у сучасних фотонних та оптоелектронних приладах,
- коректного підбору матеріалів для застосування в фотонних та оптоелектронних елементах .
- практично використовувати ефекти в напівпровідникових та діелектричних матеріалах для створення фотонних та оптоелектронних приладів ;
- використовувати елементну базу фотоніки для побудови приладів і пристроїв фотоніки
- експериментально визначити основні характеристики і параметри широко використовуваних приладів і пристроїв фотоніки
- працювати з технічною літературою, і технічною документацією

володіти:

- методами постановки задачі і методикою проведення експерименту з використанням елементів фотоніки;
- прийомами і алгоритмами вирішення завдань фотоніки;
- методами дослідницької роботи в області фотоніки.

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

Дисципліна " Фотонні та оптоелектронні пристрої " забезпечується курсами базової вищої освіти напрямку: , "Твердотільна електроніка", "Статистична фізика", "Фізика напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем", "Оптоелектроніка" .

При вивченні дисципліни використовується апарат математичної фізики, теорії ймовірностей та математичної статистики.

Зміст навчальної дисципліни

Вступ до курсу

Тема 1. Фізичні основи роботи оптоелектронних джерел випромінювання.

- Тема 2. Види випромінювальної рекомбінації в напівпровідниках. Ізлучательная рекомбінація .
Безвипромінювальна рекомбінація.
- Тема 3. Фотометричні та енергетичні характеристики оптичного випромінювання. Енергетичні та світлові параметри. Клориметричні параметри.
- Тема 4. Умови виникнення лазерного випромінювання Конструкція і технологія виготовлення напівпровідникових лазерів. лазери з оптичним та електронним збудженням.
- Тема 5. Конструкція і технологія виготовлення світлодіодів. Технічні параметри світло діодів .
- Тема 6. Основні характеристики і параметри світло діодів. Вибір типу світло діода. Іфрачервоні світло діоди. Світлодіодні джерела підвищеної яскравості та білого світла.
- Тема 7. Пристрої когерентного випромінювання.
- Тема 8. Напівпровідникові фотоприймачі.
- Тема 9. Принципи роботи фото приймальних пристроїв. Характеристики, параметри та моделі фотоприймачів.
- Тема 10. Фотодіоди з р-і-n структурою. Основні характеристики та параметри
- Тема 11. Лавинні фотодіоди. Фототранзистори. Фоторезистори. Фототиристри. Основні характеристики та параметри
- Тема 12. Si- фотоніка, задачі та перспективи
- Тема 13. Інтеграція с КМОП технологией
- Тема 14. Джерела випромінювання для Si- фотоніки.
- Тема 15. Фотоприймачі
- Тема 16. Хвилеводні структури на основе КНІ
- Тема 17. Органіка в фотоніке.
- Тема 18. Органіческие світлодіоди, структура та принцип дії.
- Тема 19. Основные характеристики та параметри
- Тема 20. Сонячні перетворювачі на базі органіческих матеріалов

2. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

- 1.Игнатов А. Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие – М.: Эко-Трендз, 2006. – 272с.
2. Э. Розеншер, Б. Винтер Оптоэлектроника Москва: Техносфера, 2004. - 592 с..
- 3.Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Двух- и многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения. – М.: Университетская книга; Логос, 2007. – 192 с.
- 4.Гребнев А. К. и др. Оптоэлектронные элементы и устройства / А.К.Гребнев, В.Н. Гридин, В.П. Дмитриев; Под. ред. Ю.В. Гуляева. - М.: Радио и связь, 1998. - 336 с.
5. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов: Учебник для студентов вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 1999. – 480

Додаткові матеріали та ресурси:

1. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для иженеров и научных работников. Под ред. Э. Удда Москва: Техносфера, 2008. – 520 с.
2. Румянцев К.Е. Волоконно-оптическая сенсорика: Учебное пособие. Таганрог: ТРТУ. 1996. 108с.
3. Ермаков О.Н. Прикладная оптоэлектроника Москва: Техносфера, 2004, - 416с.
4. http://www.ph4s.ru/book_optoelekr.html

3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття:

Загальний аспект Лекція 1

Вступ

Короткий екскурс в історію та стан справ в фотониці та оптоелектроніці на день сьогоднішній. Лекція

Розділ I. Фізичні основи роботи оптоелектронних джерел випромінювання .

Загальні уявлення, властивості, особливості, переваги та недоліки.

Лекція 2-7

Тема 1.1. Види випромінювальної рекомбінації в напівпровідниках. Ізлучательна рекомбінація . Безвипромінювальна рекомбінація.

Тема 1.2. Фотометричні та енергетичні характеристики оптичного випромінювання. Енергетичні та світлові параметри. Клариметричні параметри.

Тема 2.3. Основні характеристики і параметри світло діодів. Вибір типу світло діода. Іфрачервоні світло діоди. Світлодіодні джерела підвищеної яскравості та білого світла

Розділ 2. Напівпровідникові світлодіоди і лазери. Лекція 8-15

Загальні уявлення. Властивості. Конструктивна реалізація. Підходи до проектування та виготовлення, їх особливості, переваги та недоліки, особливості використання.

Тема 2.1. Умови виникнення лазерного випромінювання Конструкція і технологія виготовлення напівпровідникових лазерів. лазери з оптичним та електронним збудженням..

Тема 2.2. Конструкція і технологія виготовлення світлодіодів. Технічні параметри світло діодів

Тема 2.4. Пристрої когерентного випромінювання.

Розділ 3. Напівпровідникові фотоприймачі Лекція 16-22

Загальні уявлення. Властивості. Конструктивна реалізація. Підходи до проектування та виготовлення, їх особливості, переваги та недоліки, особливості використання.

Тема 3.1. Принципи роботи фото приймальних пристроїв. Характеристики, параметри та моделі фотоприймачів.

Тема 3.2. Фотодіоди з р-і-п структурою. Основні характеристики та параметри Тема 3.3. Лавинні фотодіоди. Фототранзистори. Фоторезистори. Фототиристри. Основні характеристики

Розділ 4. Si- фотоніка, задачі та перспективи Лекція 23-30

Тема 4.1. Інтеграція с КМОП технологією

Тема 4.2. Джерела випромінювання для Si- фотоніки.

Тема 4.3 Фотоприймачі

Тема 4.4. Хвилеводні структури на основі КНІ.

Розділ 5. Органіка в фотоніке. Лекція 31-36

Загальні уявлення, особливості, переваги та недоліки, особливості використання.

Тема 5.1. Органіческие світлодіоди, структура та принцип дії.

Тема 5.2. Основные характеристики та параметри

Тема 5.3. Сонячні перетворювачі на базі органіческих матеріалів

Практичні заняття:

Основне завдання практичних занять – поглиблене вивчення окремих розділів курсу з метою свідомого сприйняття основного матеріалу даного курсу та розвитку уміння самостійно знаходити необхідну інформацію, а так же напрацювати вміння і навички представлення отриманих результатів. Кожен студент отримує оригінальний матеріал (стаття, доповідь на конференції, розділ книги) мовою оригіналу (англійський), який стосується якоїсь окремої проблеми в розділі курсу, що читається.

Необхідно зробити якісний переклад, розібратися в питанні і якщо необхідно використовувати додатковий матеріал, який студент повинен знайти сам. Відпрацьований матеріал представляється у вигляді доповіді презентації на занятті.

Студент повинен бути готовим відповісти на всі питання аудиторії з даної доповіді,

Максимальна оцінка проекту становить 45 балів

Приклади тем доповідей (семестр 2*):

1. *Photonic Integration & the Future of Optical Networking*
2. *Polymer Optoelectronics. Microdisplays*
3. *Phosphorescent organic light emitting diodes*

* Темі доповідей оновлюються кожного семестру

4. **Самостійна робота студента/аспіранта**

Для стимуляції самостійної роботи студентів, заохочення їх до самовдосконалення та знайомства з новітніми інформаційними технологіями в кредитному модулі передбачено в якості індивідуального завдання на самостійну роботу додатково винесено вивчення наступного теоретичного матеріалу:

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання Кількість годин СРС

- | | | |
|---|--|----------|
| 1 | Методи прийому оптичного випромінювання. Пряме детектування, гетеродинний прийом | 14 годин |
| 2 | Фотонні кристали | 18 годин |
| 3 | Каскадні сонячні елементи | 14 годин |
| 4 | OLED мікро дисплеї | 10 годин |

Контроль якості засвоєння програми дисципліни передбачається за допомогою усного індивідуального та фронтального опитування студентів по тематиці змістових модулів. До курсу введені модульні тематичні опитування під час захисту докладів практичних занять.

Політика та контроль

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування всіх видів занять є обов'язковим.

Виконання всіх завдань є обов'язковою умовою допуску до заліку.

Практичний проект повинен бути захищен. На захист повинна бути пред'явлена виконана робота в електронному та друкованому варіантах. Друкований варіант повинен бути оформлений згідно вимог університету і повинен містити титульний аркуш. Процедура захисту складається з відповідей на запитання викладача та студентів за темою роботи. За неправильні відповіді або неправильне оформлення роботи оцінка знижується згідно вимог РСО. За умови неправильної відповіді більш ніж на третину запитань захист не зараховується.

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Контроль якості засвоєння програми дисципліни передбачається за допомогою усного індивідуального та фронтального опитування студентів по тематиці змістових модулів. До курсу введені модульні тематичні опитування під час захисту докладів практичних занять.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для успішного проходження першого календарного контролю: студент повинен набрати не менше 20% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру. Для успішного

проходження другого календарного контролю студент повинен набрати не менше 40% балів від максимального рейтингу.

Семестровий контроль здійснюється у вигляді екзамену.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки кількість балів мають можливість:

- не складати екзамену, а отримати оцінку „автоматом” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;

- складати екзамен з метою підвищення оцінки.

У разі отримання на екзамені оцінки нижчої, ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „автоматом”.

Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „незадовільно”, зобов'язані складати екзамену.

Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені до екзамену з цієї дисципліни, зобов'язані підвищити його до рівня не менше 60%.

Оцінка визначається за сумою набраних рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.

Рейтинговий бал студента нараховується за наступними правилами;

1. Календарний контроль- 2x20

2. практичний прект -45

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

Семестровий контроль: екзамен / залік

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 60 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

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приклади запитань для семестрового контролю.

1. Два види органічних світлодіодів (розмір молекул.) - Основні відмінності
2. Хроматична дисперсія що це? (Два типи)
3. Проект Sniper нова парадигма архітектури багатоядерних процесорів від IBM (в чому полягає, як реалізується)
4. INTEL ідеологія у фотонній комунікаційній мережі - Яке схемне втілення (що роблять)
5. ВО Кабелі по оптичному модулю і типу прокладки поділяються на:
6. Два основних типи фотонно-кристалічного волокна
7. Чому вирощування монокристалів GaN завдання непросте
8. Основні переваги потужних світлодіодів в порівнянні з традиційними джерелами світла

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри мікроелектроніки, к.ф-м.н. Свечніковим Г.С

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол №22 від 23.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 06/23 від 29.06.2023 р.)