



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ОПТОВОЛОКОННОЇ ТЕХНІКИ

Шифр та назва спеціальності

141 - Електроенергетика,
Електротехніка та Електромеханіка

Інститут

Навчально-науковий інститут
енергетики, електроніки та
електромеханіки

Освітня наукова-програма

“Електроенергетика”

Кафедра

Електроізоляційна та кабельна техніка
(133)

Рівень освіти

другий (магістерський)

Тип дисципліни

Вибіркова (профільована)

Семестр

9

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Безпрозваних Ганна Вікторівна

Hanna.Bezprozvannukh@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, професорка, професорка кафедри
“Електроізоляційна та кабельна техніка”

Досвід роботи - 37 років. Авторка понад 200 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: “Фізика діелектриків”, “Теорія електромагнітних полів в електроізоляційній, кабельній та оптоволоконній техніці”, “Основи оптоволоконної техніки: кабелі зв'язку”, “Фізичні основи оптоволоконної техніки”, «Проблеми та перспективи розвитку електроенергетики та електромеханіки”

Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

Застосовувати теоретичні знання щодо фізичних основ процесу поширення електромагнітної енергії оптичного діапазону у поєднанні з практичною спрямованістю застосування цих знань в галузі електричної інженерії про основні напрямки та тенденції розвитку оптичних волокон волоконно-оптичних кабелів для забезпечення телекомунікаційних цифрових технологій у зв'язку, електроенергетиці, автоматизованих системах управління технологічними процесами; для моніторингу стану електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем й пристроїв.

Мета та цілі дисципліни

надання фундаментальних знань в області фізичних процесів, обумовлених взаємодією світлових полів з матеріалом осердя оптичного волокна в області

лінійної і нелінійної оптики та методів розрахунку оптичних волокон на основі законів геометричної оптики та електродинаміки.

Вивчення фізичних процесів та основних закономірностей, що відбуваються при розповсюдженні електромагнітних хвиль оптичного діапазону по оптичним волокнам.

Освоєння методів визначення основних оптичних параметрів багатомодових та одномодових оптичних волокон.

Набуття практичних навичок щодо вибору типу оптичного волокна для ефективного застосування в конкретній конструкції волоконно-оптичного кабелю для заданих умов експлуатації.

Формат занять

Лекції, практичні та лабораторні заняття, індивідуальне розрахункове завдання, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

Загальні компетентності

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K04. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.

K06. Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики.

Фахові компетентності

K09. Здатність керувати проектами і критично оцінювати їх результати.

K13. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K17. Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.

K18. Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових завдань інженерної та наукової діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K20. Здатність готувати та публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

Результати навчання

ПР3. Опанувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПР6. Володіти методами математичного та фізичного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПР10. Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності.

ПР21. Знати та вміти прогнозувати поведінку сучасних високовольтних електроізоляційних конструкцій та систем з урахуванням впливу зовнішніх факторів та режимів експлуатації на стадії проектування та модернізації електротехнічного устаткування.

ПР25. Вміти використовувати та впроваджувати знання з питань інформаційної захищеності засобів автоматики і протиаварійного керування для забезпечення стійкості електроенергетичної системи.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни за два семестри 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття – 32 год., лабораторні заняття – 16 год., самостійна робота – 84 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного оволодіння дисципліною необхідно мати базові знання та практичні навички з дисциплін загальної та професійної підготовки: ЗП 8. Хімія, ЗП 9. Вища математика, ЗП 10. Фізика, СП 2. Електротехнічні матеріали, ВВП4.1. Прикладне програмування в електроізоляційній та кабельній техніці, ВВП9. Фізика діелектриків, ВВП14. Теорія електромагнітних полів в електроізоляційній, кабельній та оптоволоконній техніці, ВП4.6. Основи оптоволоконної техніки: кабелі зв'язку, ВВП21. Математичне моделювання в електроізоляційній, кабельній та оптоволоконній техніці

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Застосовується методологія інтерактивного та активного форматів проведення занять. Виступи, доповнення, дискусії є основою інтерактивного навчання. Спрямованість на високу організованість та самостійність при виконанні індивідуального розрахункового завдання підвищує ефективність навчання. Проведення міждисциплінарних занять у вигляді навчальних конференцій розширює процес пізнання та активізує самостійну пошукову діяльність студентів.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Основні тенденції розвитку волоконної оптики та оптичних кабелів в сучасному інформаційному просторі.

Сучасні види телекомунікацій. Волоконна оптика та показники розвитку оптичних кабелів в світі та Україні. Необхідність освоєння діапазону оптичних частот. Роль й місце оптичних волокон та оптичних кабелів у інформаційному просторі.

Тема 2. Фізичні процеси в оптичних волокнах. Променева модель розповсюдження світла в оптичних волокнах.

Класифікація оптичних волокон за режимом роботи та матеріалом осердя. Закони геометричної оптики. Оптичні характеристики оптичних волокон. Числова апертура.

Тема 3. Хвильова теорія розповсюдження світла в оптичних волокнах.

Рівняння електродинаміки для оптичного діапазону частоти. Класи та типи електромагнітних хвиль. Гібридні моди. Умови розповсюдження електромагнітних хвиль в осерді оптичного волокна. Частота відсічі. Нормована частота моди. Число мод у багатомодовому волокні. Одномодовий режим роботи волокна. Шляхи досягнення. Діаметр поля моди.

Тема 4. Часова дисперсія та пропускна здатність оптичних волокон.

Часова дисперсія та пропускна здатність багатомодових оптичних волокон зі ступінчастим профілем показника заломлення. Часова дисперсія та пропускна здатність багатомодових оптичних волокон з градієнтним профілем показника заломлення. Часова дисперсія та пропускна здатність одномодових оптичних волокон. Класифікація одномодових оптичних волокон за часовою дисперсією та коефіцієнтом згасання.

Тема 5. Фундаментальні втрати електромагнітної енергії в оптичних волокнах.

Поглинання. Домішкове та власне. Релеєвське розсіяння. Вікна прозорості оптичних волокон на основі кварцу.

Тема 6. Нелінійні явища в оптичних волокнах.

Наведена неоднорідність. Умови виникнення оптичного пробію. Змушене комбінаційне розсіяння. Моніторинг температури в силових кабелях високої

напруги, трансформаторах в режимі реального часу за допомогою датчика на основі оптичного волокна. Оптичні підсилювачі на оптичних волокнах з домішками рідко-земельних елементів.

Теми практичних занять

Тема 1. Спектр електромагнітних коливань.

Вплив матеріалу осердя на діапазон робочих довжин хвиль оптичного волокна.

Тема 2. Фізичний принцип розповсюдження світла в оптичних волокнах

2.1. Визначення умов розповсюдження світла в оптичних волокнах.

2.2. Вплив значення показника заломлення осердя та світловідбиваючої оболонки на числову апертуру багатомодового оптичного волокна зі ступінчастим профілем показника заломлення.

2.3. Особливості траєкторії розповсюдження променів у багатомодових оптичних волокнах з градієнтним профілем показника заломлення.

2.4. Визначення умови самофокусування меридіональних променів у багатомодових оптичних волокнах з градієнтним профілем показника заломлення.

Тема 3. Хвильові та корпускулярні властивостей світла у оптичних волокнах.

3.1. Визначення умов розповсюдження електромагнітних хвиль в осерді багатомодових оптичних волокон.

3.2. Вплив профілю показника заломлення на кількість електромагнітних хвиль в осерді багатомодових оптичних волокон.

3.3. Перевірка умови досягнення одномодового режиму роботи оптичного волокна.

3.4. Вплив робочої довжини хвилі на діаметр поля моди одномодового оптичного волокна.

Тема 4. Часова дисперсія — основний чинник обмеження широкосмуговості оптичних волокон

4.1. Визначення часової дисперсії у багатомодових оптичних волокнах зі ступінчастим профілем показника заломлення.

4.2. Перевірка впливу профілю показника заломлення на широкосмуговість багатомодових оптичних волокон з градієнтним профілем показника заломлення.

4.3. Визначення спектральної залежності показника заломлення осердя оптичного волокна.

4.4. Вплив джерела оптичного випромінювання на матеріальну складову хроматичної дисперсії в оптичних волокнах.

4.5. Визначення оптимальної довжини хвилі для забезпечення компенсації матеріальної та хвильоводної дисперсії у одномодовому оптичному волокна.

Тема 5. Втрати електромагнітної енергії в оптичних волокнах як фактор обмеження дальності передавання сигналів

5.1. Визначення втрат на інфрачервоне та ультрафіолетове поглинання в матеріалах на основі кварцу.

5.2. Визначення умов зменшення впливу гідроксильної групи на втрати електромагнітної енергії в оптичних волокнах.

Теми лабораторних робіт

Тема 2. Фізичний принцип розповсюдження світла в оптичних волокнах

2.1. Дослідження впливу технології виготовлення на геометричні розміри оптичного волокна.

2.2. Дослідження траєкторії променів та часової дисперсії у багатомодовому оптичному волокні зі ступінчастим профілем показника заломлення.

2.3. Дослідження самофокусування траєкторії меридіональних променів у багатомодовому оптичному волокні з градієнтним профілем показника заломлення.

2.4. Дослідження впливу профілю показника заломлення на траєкторію косих променів та часову дисперсію у багатомодовому оптичному волокні з градієнтним профілем показника заломлення.

Тема 3. Хвильові та корпускулярні властивостей світла у оптичних волокнах.

Дослідження структури електромагнітних хвиль у поперековому перерізі багатомодових оптичних волокон.

Тема 5. Втрати електромагнітної енергії в оптичних волокнах як фактор обмеження дальності передавання сигналів

5.1. Дослідження втрат електромагнітної енергії в оптичних волокнах в залежності від робочої довжини хвилі джерела оптичного випромінювання.

5.2. Дослідження впливу зміщення джерела оптичного випромінювання на втрати електромагнітної енергії в оптичних волокнах.

5.3. Дослідження втрат електромагнітної енергії при з'єднанні оптичних волокон.

Самостійна робота

Самостійна робота включає опрацювання лекційного матеріалу, Підготовка до практичних (лабораторних) занять, Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях та виконання індивідуального розрахункового завдання з розрахунку часової дисперсії та широкосмуговості оптичних волокон у безкоштовному програмному середовищі Octave.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Каток В.Б., Руденко І.Е., Однорог П.М. Волоконно-оптичні лінії зв'язку. Київ , 2016. 445 с.
2. Mahlke G., Gossing P. Fiber optic cables: fundamentals, cable engineering, systems planning. Berlin; Munchen: Siemens-Aktienges., 1993. 244 p.
3. Agrawal G.P. Nonlinear optics. Academic Press, Copyright 2001, Copyright 1989 by AT&T Bell Laboratories. 481 p.

Додаткова література

4. Bezprozvannykh H., Zolotaryov VM, Antonets Yu A. High Voltage Cable Systems with Integrated Optical Fiber for Monitoring Cable Lines. 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2020. P. 407-410.
5. Безпрозванних Г.В., Рассамакіна С.А., Чернокозов А.Ю. Кабелі широкосмугових цифрових абонентських телефонних мереж. Електропанорама. Київ. 2012. – № 1 – 2. – С. 22 – 25.
6. Eaton J.W., BatemanD., Hauberg S., Wehbring R. GNU Octave A high-level interactive language for numerical computations. Boston: MA, 2017. 1004 p.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: онлайн тест та лабораторні роботи (по 30%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ЕСТ S
90-100	Відмінно	A
82-89	Добре	B
75-81	Добре	C
64-74	Задовільно	D
60-63	Задовільно	E
35-59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1-34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Олександр КЕССАЄВ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Олександр ЛАЗУРЕНКО

Гарант ОП
Ганна БЕЗПРОЗВАННИХ