Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Нелінійні явища в волоконно-оптичних кабелях

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
11

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

Безпрозванних Ганна Вікторівна
Hanna.Bezprozvannukh@khpi.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 умов прояву нелінійних явищ в оптичних волокнах у поєднанні з практичною спрямованістю застосування цих знань в галузі електричної інженерії про основні напрямки та тенденції впровадження волоконно-оптичних кабелів для підвищення енергоефективності електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем й пристроїв завдяки моніторингу їх стану у режимі реального часу.

Мета та цілі дисципліни

надання фундаментальних знань в області фізичних процесів при взаємодії електромагнітних полів оптичного діапазону з матеріалом осердя оптичного

волокна в області нелінійної оптики та умов збудження нелінійних явищ в оптичних волокнах волоконно-оптичних кабелів з технічною реалізацією для прикладного застосування у електроенергетичних, електромеханічних системах.

Формат занять

Лекції та практичні заняття, реферат, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

Загальні компетентності

К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
К03. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
К04. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
К05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.
К06. Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики.

Фахові компетентності

К09. Здатність керувати проектами і критично оцінювати їх результати.
К13. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
К17. Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати математичні і обчислювальні експерименти для розв’язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.
К18. Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв’язання типових завдань інженерної та наукової діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
К20. Здатність готувати та публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях.

Результати навчання

ПР3. Опановувати 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 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 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, 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. ВП4.1.Фізичні основи оптоволоконної техніки

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 завдання реферату 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. Вихідні поняття нелінійної оптики.
Інтенсивність світла та її вплив на характер оптичних явищ в оптичних волокнах. Область сильних світових полів. Класифікація нелінійних ефектів в оптиці. Хвильове рівняння для електромагнітного поля в нелінійному середовищі. Види нелінійних матеріалів.
Тема 2. Взаємодія інтенсивного оптичного випромінювання з речовиною.
Моделі взаємодії світлового поля з речовиною. Класична лінійна модель. Моделі ангармонічного осцилятора. Оптичний пробій середовища.
Тема 3. Нелінійні ефекти другого порядку в оптичних волокнах.
Механізм прояву гідроксилу OH^- в оптичних волокнах. Обертони та гармоніки комбінаційного розсіяння гідроксилу. Заходи боротьби з домішками гідроксилу на стадії виготовлення оптичного волокна та оптичного кабелю. Поляризаційна модова дисперсія в одномодовому оптичному волокні. Оптичні волокна з анізотропією властивостей.
Тема 4. Ефекти, пов'язані з нелінійним заломленням світла.
Генерація третьої гармоніки. Нелінійна діелектрична чутливість третього порядку. Нелінійний показник заломлення. Залежність показника заломлення від напруженості електромагнітного поля. Наведена неоднорідність. Самофокусування оптичного випромінювання в осерді оптичного волокна. Самомодуляція. Умови виникнення солітону в осерді оптичного волокна. Реалізація повністю оптичних мереж (AON) з використанням нелінійних явищ в оптичних волокнах.
Вимушене комбінаційне розсіювання. Вимушене розсіювання Мандельштама – Бріллюена. Моніторинг температури в силових кабелях високої напруги, трансформаторах в режимі реального часу за допомогою датчика на основі оптичного волокна.
Тема 5. Волоконно-оптичні підсилювачі з реалізацією нелінійних ефектів в оптичних волокна.
Оптичні підсилювачі на волокні з використанням розсіяння Мандельштама - Бриллюена. Оптичні підсилювачі з використанням розсіяння Рамана – комбінаційного розсіяння. Оптичні підсилювачі на домішкових оптичних волокнах. EDFA. Практична реалізація оптичних підсилювачів.

Теми практичних занять

Тема 1. Тема 1. Вихідні поняття нелінійної оптики.
1.1.Необхідні та достатні умови спостереження нелінійних ефектів.
1.2.Оцінка електричної складової напруженості електромагнітного поля для прояву нелінійних ефектів в багатомодових та одномодових оптичних волокнах.
Тема 2. Взаємодія інтенсивного оптичного випромінювання з речовиною.

2.1.Оцінка ефективності нелінійних ефектів в оптичних волокнах.
Тема 3. Нелінійні ефекти другого порядку в оптичних волокнах.
3.1. Шляхи зменшення впливу гидроксилу на втрати електромагнітної енергії в оптичних одномодових волокнах на технологічній стадії виготовлення оптичних волокнах та оптичних кабелів.
Тема 4. Нелінійні ефекти другого порядку в оптичних волокнах.
4.1.Конструкції та оптичні параметри одномодових оптичних волокон з еліптичною оболонкою та осердям. Оптичні волокна типу PANDA. Застосування одномодових оптичних волокон з анізотропією властивостей.
4.2. Застосування солітонів в волоконно-оптичних системах.
4.3. Технічна реалізація систем діагностики із застосуванням оптичних волокон.
Тема 5. Волоконно-оптичні підсилювачі з реалізацією нелінійних ефектів в оптичних волокна.
5.1.Схемі та технічні параметрі оптичних підсилювачів.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи за дисципліною не передбачено.

Самостійна робота

Самостійна робота включає опрацьовування лекційного матеріалу, Підготовка до практичних (лабораторних) занять, Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях та виконання індивідуального завдання з висвітленням у рефераті.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Agrawal G.P. Nonlinear optics. Academic Press, Copyright 2001, Copyright 1989 by AT&T Bell Laboratories. 481 p.
2. Agrawal G.P. Applications of Nonlinear Fiber Optics. ACADEMIC PRESS, 2001. 472 p.
3. Mahlke G., Gossing P. Fiber optic cables: fundamentals, cable engineering, systems planning. Berlin; Munchen: Siemens-Aktienges., 1993. 244 p.

Додаткова література

4**.** Bezprozvannych 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.

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	ECTS
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 КЄССАЄВ
	Дата погодження, підпис	Гарант ОП Ганна БЕЗПРОЗВАННИХ