



ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ "ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ"

България 4000 гр. Пловдив ул. "Цар Асен" № 24; Централна: (032) 261 261

УЧЕБНА ПРОГРАМА

Факултет

ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕН

Катедра

ФИЗИКА

Професионално направление на курса

4.1. ФИЗИЧЕСКИ НАУКИ

Специалност

ФОТОННИ ТЕХНОЛОГИИ

ОПИСАНИЕ

Наименование на курса

ЧИСЛЕНИ МЕТОДИ ВЪВ ФОТНИКАТА

Код на курса

Тип на курса

ЗАДЪЛЖИТЕЛЕН

Равнище на курса (ОКС)

МАГИСТЪР

Година на обучение

ПЪРВА

Семестър

ВТОРИ

Брой ECTS кредити

7

Име на лектора

Гл. ас. д-р Иван Иванов

Учебни резултати за курса

Анотация

Предложеният курс “Числени методи във фотониката” за студентите от магистърската специалност “Фотонни технологии” има за цел да ги запознае с основните етапи при моделрането на един реален физичен, инженерен или оптичен експеримент (проект). Най-важната част от него е математическият анализ на експеримента (проекта). Той се прилага не към реалните явления, а към техния математичен модел и е по своята същност един теоретичен експеримент. Математическият модел е *връзката*, чрез която *практическата задача се решава, анализира и контролира*. В зависимост от сложността на модела се използват различни математически методи за неговото решаване. Само в изключително редки случаи са възможни аналитични решения, повечето изискват приложението на числени методи. Числените методи са мощното средство на математиката за решаване на различните възможни практични задачи, но само при добро познаване на приложимостта им. Очаква се курсът да е от полза за усвояването на най-приложимите съвременни специфични числени методи в областта на оптичните изследвания, които бъдещият физик, оптик или инженер непременно ще използва в своята практика.

Компетенции

Успешно завършилите обучението по тази дисциплина:

1. Ще знаят:

- За най-често използваните съвременни числени методи в оптиката, инженерните науки, както и тяхната точност и област на приложимост.
- За съществуването и прилагането на нови подходи и методи за решаването на даден оптичен, физичен и математичен проблем, не застъпени в задължителното обучение по Математически анализ и Математични методи на физиката.

2. Ще могат:

- Да прилагат адекватни числови алгоритми при решаване на определена математическа задача, съответстваща на даден физичен проблем.
- Да намират от физична или инженерна гледна точка най-точната зависимост, описваща данните, получени при реален или числов експеримент, правилно да подхождат при оценяването на грешката на модела или експеримента.
- Да апроксимират функции зададени върху дискретно множество или в аналитичен вид.
- Да намират числени решения на нелинейни алгебрични уравнения и системи
- Да решават числено обикновени и частни диференциални уравнения и системи

Начин на преподаване

Аудиторно: 45 ч.

- Лекции (30 часа),
- Семинарни упражнения (15 часа)

Извънаудиторно: 165ч

- Самостоятелна подготовка
- Курсова работа
- Консултации

Предварителни изисквания (знания и умения от предходното обучение)

Курсът е достъпен за студенти, преминали основни курсове по математика и физика.

Студентите трябва да знаят и/или да могат:

- да умеят да диференцират и интегрират аналитично
- Да притежават известни знания и умения за работа с пакета MS Office и MATLAB
- да са запознати с основните курсове по физика – механика, молекулна физика, оптика, електричество и магнетизъм

Препоръчани избираеми програмни компоненти

Приложение на MATLAB за моделиране и решаване на математични и физични проблеми

Техническо осигуряване на обучението

- мултимедиен проектор
- компютърни системи
- специализиран софтуер

Съдържание на курса

Целта на курса е да запознае студентите с основните тенденции и похвати при математическото описание при всеки конкретен случай. Особено внимание се обръща на методите за апроксимация на търсените зависимости и тяхната приложимост. Включени са най-често използваните числови алгоритми за решаването на нелинейни уравнения и системи, за числено интегриране и диференциране, както и за намиране на устойчиви решения на задачата на Коши за системи диференциални уравнения от първи ред и линейната гранична задача за обикновени диференциални уравнения от втори ред. Разгледани са и подходите при граничните задачи за частни диференциални уравнения и системи.

Предвижда се студентите самостоятелно да разработят предварително избрани от тях теми. На семинарни упражнения те ще представят своите презентации и ще отговорят на зададените въпроси.

Тематично съдържание на учебната дисциплина

А/ Лекции

№	Тема	Брой часове
1.	Абсолютна и относителна грешка. Други видове грешки. Оценяване на относителната грешка при функции на една и две променливи. Частни случаи. Общи правила при изчисление с приближени числа.	2
2.	Приближаване на функции чрез интерполация. Интерполационен полином на Лагранж. Метод на Лагранж. Оценка на грешката. Екстраполация. Разделени разлики. Крайни разлики. Метод на Нютон за получаване на интерполационния полином	2
3.	Интерполиране чрез сплайн-функции. Построяване на интерполационен сплайн (линеен, квадратичен, кубичен, тригонометричен). Други видове сплайн-функции.	2
4.	Апроксимация на функция по метода на най-малките квадрати.	2

	Линейна зависимост. Корелация. Някои често срещани нелинейни функции, приводими към линейни. Различни приложения.	
5.	Приближено решаване на нелинейни уравнения. Интерполационен подход по метода на обратната интерполация. Локализиране на корените. Понятие за итерационен процес. Сходимост. Метод на последователните приближения.	2
6.	Намиране на корените на нелинейни уравнения посредством метод на разполовяването, метод на хордите, метод на допирателните, комбиниран метод и условия за прилагането им.	2
7.	Итерационни методи за намиране на корените на нелинейни системи уравнения. Метод на последователните приближения. Метод на Нютон-Рафсън.	2
8.	Итерационни методи за намиране на корените на линейни системи уравнения $Ax=B$. Метод на последователните приближения. Метод на Зайдел.	2
9.	Числено диференциране. Геометрична интерпретация. Оценка на грешката и устойчивостта. Някои често срещани формули за числено диференциране.	2
10.	Числено интегриране. Геометрична интерпретация. Формули на правоъгълниците, трапеците и Симпсън. Оценка на грешката. Принцип на Рунге-Ромберг. Числено интегриране на двойни и тройни интеграли.	2
11.	Числено решаване на обикновени диференциални уравнения. Задача на Коши. Метод на Ойлер. Метод на Хойн (предиктор-коректор). Методи на Рунге-Кута.	2
12.	Решаване на задачата на Коши за системи обикновени диференциални уравнения от първи и втори ред. Метод на Рунге-Кута.	2
13.	Линейна гранична задача за обикновени диференциални уравнения от втори ред. Метод на стрелбата. Метод на крайните разлики. Понятие за устойчивост на решението.	2
14.	Числено решаване на линейната гранична задача за частно диференциално уравнение от II ред. Начини на приближаване на граничните условия. Явни и неявни схеми.	4

Б/ Упражнения (семинарни и / или лабораторни)

№	Тема	Брой часове
1.	Видове грешки в изчислителния процес. Бройни системи. Значещи цифри. Определяне на „машинната нула“.	2
2.	Функции, дефинирани върху дискретно множество. Получаване на интерполационния полином на Лагранж. Ограничения на прилагането му. Обратна интерполация. Метод на Нютон. Определяне на грешката при интерполиране. Други видове интерполяция.	2

3.	Слайн – интерполация.	2
4.	Метод на най-малките квадрати. Приближение с полиноми от първа и втора степен.. Субституции за някои често срещани нелинейни зависимости. Решаване на системи преопределени линейни уравнения	2
5.	Итерационни методи за решаване на нелинейни уравнения и системи.	4
6.	Итерационни методи за решаване на линейни системи с разреждени матрици	2
7.	Числено диференциране. Определяне на грешката. Устойчивост на методите. Диференциални шаблони.	2
8.	Числено интегриране. Определяне на грешката и размера на стъпката. Многомерни интеграли.	2
9.	Числови решения на обикновени диференциални уравнения – задача на Коши и на линейната гранична задача за уравнение от втори ред	4
10.	Метод на мрежите и метод на крайните елементи за частни диференциални уравнения. Устойчивост на решението.	4

В/ Самостоятелна подготовка:

Предвижда се студентите да дискутират по предварително избрани от тях теми и да изготвят индивидуална курсова работа.

Библиография

- И. Макрелов, И.Иванов Вероятности и статистика в примери приложения и коментари за физици, химици и инженери П.Хилендарски , Пловдив 2014
- Бояджиев Д., Макрелов И., Гочева-Илиева С., Попова Л. Ръководство по числени методи (1 част) Издателство ИМН, Пловдив 2006
- Б. Сендов, В. Попов Числени методи , част 1 и част 2 Наука и изкуство, София 1978
- Mark Wagner, [Numerical methods in Physic](#) (2021)
- Julius Kirkegaard, [A Brief Introduction To Numerical Methods](#) In Physic (2021)
- [Numerical Methods in Photonics](#) (2023)

Планирани учебни дейности и методи на преподаване

Всеки дял от програмата се поднася като мултимедийна презентация, което позволява студентите да получават нагледна представа за разглеждания теоретичен материал.

Всички теми са придружени и с решени примери, реализирани чрез специфичен за целта софтуер (MATLAB) за илюстрация на материала от различните направления във физиката и оптиката.

В рамките на курса има планирана самостоятелна курсова работа.

Методи и критерии на оценяване

Всеки студент задължително изготвя реферат по предварително утвърдена тема.

Курсът завършва с **изпит**. Изпитът е писмен, като в него се включват в тестова форма основни елементи от теорията във вид на задачи

Окончателната оценка се формира въз основа на резултатите от изпита и курсовата работа в съотношение 50:50.

В определени случаи могат допълнително да бъдат задавани и устни въпроси с цел доуточняване на оценката.

Студентите имат право да се информират за резултатите от писмените си работи и да се запознаят с мотивите за поставената оценка.

Език на преподаване

Български

Изготвил описанието

Гл.ас. д-р Иван Иванов