

АНОТАЦІЯ

Назва дисципліни / освітнього компонента	ЧИСЛОВІ МЕТОДИ ФІЗИКИ
Освітня програма	Фізика та астрономія Середня освіта. Фізика та астрономія
Компонент освітньої програми	Вибірковий
Загальна кількість кредитів та кількість годин для вивчення дисципліни	3 кредити / 90 годин
Вид підсумкового контролю	Залік
Мова викладання	Українська
Викладач	Сідлецький Валентин Олександрович, кандидат фізико-математичних наук, доцент
CV викладача на сайті кафедри	https://kfamv.rshu.edu.ua/home/kolektyv-kafedry?view=article&id=23:sidletskyi-valentyn-oleksandrovych&catid=11
E-mail викладача	valentyn.sidletskyi@rshu.edu.ua
Консультації	Вівторок: 12.45 – 14.00 Аудиторія 206, Пластова 31

Мета і завдання навчальної дисципліни

Дисципліна Числові методи фізики посідає ключове місце у системі підготовки сучасного фізика-дослідника, виступаючи сполучною ланкою між теоретичними моделями та реальним фізичним експериментом. У сучасній науці переважна більшість фундаментальних рівнянь, що описують складні системи — від квантово-механічних ансамблів до космологічних структур — не мають точних аналітичних розв'язків у замкненій формі. Це зумовлює необхідність застосування наближених обчислювальних методів та комп'ютерного моделювання як основного інструменту пізнання.

Головною метою вивчення дисципліни є засвоєння методології побудови обчислювальних алгоритмів для розв'язання прикладних задач фізики та астрономії. Курс спрямований на формування у здобувачів вищої освіти розуміння внутрішньої логіки чисельних процедур, вивчення умов їхньої збіжності, стійкості та точності. Особлива увага приділяється питанню верифікації отриманих чисельних результатів та їх фізичній інтерпретації, що дозволяє фахівцю коректно моделювати динаміку нелінійних систем, розповсюдження хвиль у неоднорідних середовищах та процеси тепломасопереносу.

Основними завданнями навчальної дисципліни є: Теоретичне вивчення фундаментальних чисельних методів аналізу, лінійної алгебри та математичної статистики, що застосовуються для розв'язання фізичних проблем. Опанування сучасних алгоритмів апроксимації та інтерполяції експериментальних даних, що дозволяє відновлювати безперервні залежності за дискретними наборами вимірювань. Вивчення різницевої схем для диференціальних рівнянь у частинних похідних, що є базою для чисельного моделювання полів та нестационарних процесів. Засвоєння методів статистичного моделювання (методів *Монте-Карло*) для дослідження стохастичних процесів та обчислення багатовимірних характеристик фізичних систем.

Набуття практичних навичок програмної реалізації алгоритмів, оптимізації обчислювальних витрат та візуалізації отриманих результатів моделювання.

Розвиток здатності оцінювати джерела похибок: від похибок методу до помилок округлення, пов'язаних із машинним представленням дійсних чисел.

Об'єктом вивчення є математичні моделі фізичних процесів, представлені у вигляді алгебраїчних, диференціальних або інтегральних рівнянь. Предметом дисципліни є чисельні алгоритми, що дозволяють звести неперервну фізичну задачу до послідовності арифметичних операцій, придатних для виконання на *ЕОМ*.

Вивчення даного курсу забезпечує готовність бакалаврів до науково-дослідної діяльності в умовах цифровізації сучасної науки, надаючи їм універсальний інструментарій для розв'язання задач, де аналітичні підходи виявляються недостатніми або неефективними.

Тематика лекційних занять (16 годин)

Лекція 1. Похибки обчислень та основи чисельних методів. Класифікація похибок. Джерела та накопичення похибок у фізичних обчисленнях. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь.

Лекція 2. Чисельні методи лінійної алгебри у фізиці. Прямі та ітераційні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАУ). Метод Гаусса та метод Зейделя.

Лекція 3. Теорія наближення функцій. Інтерполяція поліномами Лагранжа та Ньютона. Сплайн-інтерполяція експериментальних даних.

Лекція 4. Метод найменших квадратів. Апроксимація фізичних залежностей. Побудова емпіричних формул та статистична оцінка параметрів моделі.

Лекція 5. Чисельне диференціювання та інтегрування. Різницеві схеми. Методи прямокутників, трапецій та Сімсона. Адаптивні методи інтегрування.

Лекція 6. Чисельне розв'язання звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коші. Методи Ейлера та Рунге-Кутти 4-го порядку. Аналіз стійкості та збіжності.

Лекція 7. Крайові задачі та рівняння в частинних похідних. Метод скінченних різниць для розв'язання рівнянь теплопровідності та хвильового рівняння.

Лекція 8. Стохастичні методи у фізиці. Метод Монте-Карло: принципи та застосування для обчислення багатовимірних інтегралів та моделювання випадкових процесів.

Практичні заняття (14 годин)

Практичне заняття 1. Знаходження коренів нелінійних рівнянь. Порівняння швидкості збіжності методів дихотомії та Ньютона на прикладі фізичних задач.

Практичне заняття 2. Розв'язання СЛАУ великої розмірності. Програмна реалізація методів для знаходження параметрів розгалужених електричних кіл або механічних систем.

Практичне заняття 3. Інтерполяція табличних даних. Побудова інтерполяційного полінома для опису результатів фізичного експерименту.

Практичне заняття 4. Чисельне інтегрування фізичних величин. Обчислення енергії, роботи або потоку поля за допомогою квадратурних формул.

Практичне заняття 5. Моделювання динаміки систем. Розв'язання рівнянь руху (наприклад, маятника або осцилятора) методом Рунге-Кутти.

Практичне заняття 6. Моделювання процесів переносу. Реалізація різницевої схеми для розв'язання одновимірного рівняння теплопровідності.

Практичне заняття 7. Статистичне моделювання методом Монте-Карло. Моделювання проходження частинок крізь речовину або розрахунок геометричних параметрів складних об'єктів.