Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

Програмування сучасних чисельних методів

Шифр та назва спеціальності
113 – Прикладна математика

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма
Комп'ютерне та математичне моделювання

Кафедра
Математичне моделювання та інтелектуальні обчислення в інженерії (161)

Рівень освіти
Магістр-професіонал (1 рік 4 місяці)
Магістр-науковець (1 рік 9 місяців)

Тип дисципліни
Профільна, вибіркова

Семестр
1

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники

Ларін Олексій Олександрович (відповідальний лектор)
Oleksiy.Larin@khpi.edu.ua
доктор техніч. наук, професор, досвід роботи - 15 років
Фахівець в галузі обчислювальної механіки, ймовірнісного моделювання та прогнозуванні надійності. Основний фокус наукових робіт присвячено розробці моделей, методів, підходів та алгоритмів комп'ютерного моделювання та статистичного аналізу інженерних систем, зокрема із випадковими параметрами. Автор понад 150 наукових та методичних праць

Детальніше про викладача на сайті кафедри

Загальна інформація

Анотація

Дана дисципліна фактично охоплює вибрані розділи нелінійних проблем, які виникають при аналізі даних та визначенні закономірностей шляхом апроксимацій. Курс охоплює низку тем, включаючи сплайн-апроксимацію та нелінійну регресію. Основний фокус матеріалу при цьому приковано к супутній проблемі вирішення нелінійних алгебраїчних задач, що формуються при згаданих постановках. Особливості різних методів, проблеми збіжності, точності та відповідний порівняльний аналіз є методологічною та педагогічною метою курсу. Студенти отримають практичний досвід у програмуванні для окремих методів, що передбачено здійснювати з «чистого аркушу» для розуміння алгоритмічних особливостей та параметрів налаштування відповідних методів.

Мета та цілі дисципліни

Курс має на меті надати студентам глибоке розуміння математичних та алгоритмічних засад обчислювального вирішення нелінійних алгебраїчних проблем, що виникають в прикладних

задачах нелінійної апроксимації та регресії і є основою для ефективного використання їх у аналізі даних та вирішенні складних завдань моделювання
Цілі курсу:

1) Оволодіння теоретичними основами нелінійної апроксимації та регресії для ефективного аналізу даних та визначення закономірностей. Розуміння особливостей різних чисельних методів для розв'язання нелінійних алгебраїчних задач.

2) Набуття практичного досвіду у програмуванні для реалізації та аналізу методів апроксимації та регресії, зокрема на мові програмування Python.

3) Вивчення проблем збіжності, точності та порівняльний аналіз різних чисельних методів для обґрунтованого вибору та застосування найбільш ефективних інструментів у практиці.

Формат занять

Лекції, практичні заняття. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК1. Здатність генерувати нові ідеї (креативність) та нестандартні підходи до їх реалізації.
ЗК7. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
СК1. Здатність розв’язувати задачі й проблеми, які можуть бути формалізовані, потребують оновлення й інтеграції знань, зокрема в умовах неповної інформації.
СК2. Здатність проводити наукові дослідження з розробки нових та адаптації існуючих математичних та комп’ютерних моделей для дослідження різноманітних процесів, явищ і систем, здійснювати відповідні експерименти та аналізувати одержані результати.
СК3. Здатність розробляти методи й алгоритми побудови, дослідження та програмної реалізації математичних моделей у техніці, фізиці, біології, медицині та інших галузях та здійснювати їх аналіз.
СК7. Здатність проєктувати та розробляти програмне забезпечення для розв’язування формалізованих задач, зокрема систем з великими обсягами даних.

Результати навчання

РН4. Будувати математичні моделі складних систем і вибирати методи їх дослідження, реалізовувати побудовані моделі програмно та перевіряти їх адекватність за допомогою комп’ютерних технологій.
РН5. Обґрунтовувати та за необхідності розробляти нові алгоритми і програмні засоби для розв’язання наукових та прикладних задач, застосовувати, модифікувати і досліджувати аналітичні та обчислювальні методи їх розв’язування.
РН8. Розробляти та програмно реалізовувати алгоритми розв’язування прикладних задач, системне та прикладне програмне забезпечення інформаційних систем і технологій.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредитів ECTS): лекції – 16 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 58 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для загального розуміння лекцій передбачається, що студенти мають підготовку з наступних дисциплін: математичний аналіз (диференціальне, інтегральне числення та ряди); Лінійна алгебра (матрична, векторна алгебра); чисельні методи та основи теорії оптимізації.
Навички базового програмування Python вітаються, але не є обов’язковими.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методи викладання та вивчення курсу включають традиційні лекції для теоретичних основ та практики. Практика побудована в такий спосіб, що студентам напередодні самого практичного завдання видається завдання для самостійного опрацювання. Це може бути задача чи низка математичних завдань для розв’язку або завдання для самостійного програмування з використанням загальних бібліотек мови Python. Саме ж практичне заняття присвячено консультаціям з проблем які виникли під час самостійного вирішення поставлених завдань та

захистів отриманих результатів. Важливим є відповіді на питання щодо теми зі заданої практики, а також інтерпретація отриманих результатів та висновки.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Спеціальні розділи задач апроксимації.
Короткі відомості щодо загальної постановки задачі апроксимації. Криві Без'є. Сплайн-апроксимації. Кубічні сплайни.
Тема 2 Задача нелінійної регресії
Постановка задач регресії. Функціонал якості його вплив не збіжність.
Тема 3. Системи нелінійних алгебраїчних рівнянь
Відмінність постанови від розв'язання систем лінійних рівнянь. Багатозначність. Неможливість аналітичних розв'язань. Поняття лінеаризації.
Тема 4. Системи нелінійних алгебраїчних рівнянь (продовження)
Гармонічна лінеаризація. Метод Зейделя. Спрощений метод Ньютона
Тема 5. Системи нелінійних алгебраїчних рівнянь (продовження)
Поняття про регуляризацію. Метод продовження за параметром.
Тема 6. Задачі пошуку екстремальних значень функцій багатьох змінних
Постановка задачі пошуку екстремумів функцій. Зв'язок із задачами розв'язання систем нелінійних алгебраїчних рівнянь
Тема 7. Задачі пошуку екстремальних значень функцій багатьох змінних (продовження)
Методів найшвидшого спуску та Ньютона-Гауса. Аналітичне обчислення матриць Якоби та Гессе.
Тема 8. Задачі пошуку екстремальних значень функцій багатьох змінних (продовження).
Метод Левенберга-Марквардта

Теми практичних/лабораторних занять:

Практичне заняття 1.
Програмна реалізація сплайн-апроксимації.
Практичне заняття 2
Програмна реалізація апроксимації кривими та поверхнями Без'є.
Практичне заняття 3
Нелінійний регресійний аналіз стандартними засобами бібліотек Python. Дослідження збіжності в залежності від різних постановок функціоналу якості.
Практичне заняття 4.
Програмна реалізація (власний код) для методу Ньютона вирішення нелінійних алгебраїчних рівнянь
Практичне заняття 5.
Програмна реалізація (власний код) для методу Ньютона-Рафсона вирішення системи нелінійних алгебраїчних рівнянь. Порівняння точності та збіжності з підходами гармонічна лінеаризація та методом Зейделя.
Практичне заняття 6
Програмна реалізація (власний код) для методу продовження за параметром вирішення системи нелінійних алгебраїчних рівнянь
Практичне заняття 7
Програмна реалізація методів найшвидшого спуску та Ньютона-Гауса для задачі пошуку екстремальних значень функцій багатьох змінних (продовження). Порівняльний аналіз методів.
Практичне заняття 8
Програмна реалізація методу Левенберга-Марквардта

Самостійна робота складається з наступних компонентів

Опрацювання лекційного матеріалу.
Виконання завдань з програмування (кодування), які видаються після кожної лекції та очікуються бути виконаними напередодні практичного заняття. Тут слід зазначити, що час практики в основному відводиться на консультації щодо проблем які виникли під час попереднього виконання

завдань та на індивідуальний захист звітів з них, але не на їх виконання як таке, яке передбачається в рамках самостійної роботи.

Література та навчальні матеріали

1. Самборська О.М. Чисельні методи. Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів / О.М. Самборська, Б.Г. Шелестовський – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2010. – 164с.
2. Гончаров О. А. Чисельні методи розв'язання рикладних задач : навч. посіб. / О. А. Гончаров, Л. В. Васильєва, А. М. Юнда. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 142 с.
3. Дичка І. А. Чисельні методи. Розв'язання задач математичного аналізу: лабораторний практикум / І. А. Дичка, М. В. Онай, Р. А. Гадиняк – Київ. – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 169 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Теоретична частина: 20 балів
у формі усного екзамену (2 питання у білеті по 10 балів)

Практична частина курсу: 80 балів
Доробок формується з 8 індивідуально виконаних завдань, що представлені та захищені на практичних заняттях. 10 білів кожна практика.

Виконання всіх практичних завдань є допуском теоретичного колоквіуму на заліку

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 30.08.2023	Завідувач кафедри Олексій ВОДКА
	Дата погодження 30.08.2023	Гарант ОПП (1 рік 4 місяці) Олексій ЛАРІН
		Гарант ОНП (1 рік 9 місяців) Геннадій МАРТИНЕНКО