Затверджено Вченою Радою ОНУ
імені І.І. Мечникова
від “20”грудня 20 16 р. № 4

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
Кафедра теоретичної механіки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____
“____” _____ 20___ р.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

ОК10 Чисельні методи
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти _____бакалавр_____

Спеціальність _____126 – Інформаційні системи та технології_____
(код і назва спеціальності (тей)

2019

Розробник:
Волков В.Е., д-р техн. наук, професор, зав. кафедри ТМ
Царенко О.П., ст. викладач

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри теоретичної механіки

Протокол № 1 від. “ 2 ” вересня 2019 р.

Завідувач кафедри _____ (В.Е. Волков)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Обговорено та рекомендовано до затвердження навчально-методичною комісією (НМК) з ІТ факультету МФІТ

Протокол № 1 від. “ 23 ” вересня 2019 р.

Голова НМК _____ (О.В. Савастру)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Вступ

Навчальна програма дисципліни «Чисельні методи» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 126 – Інформаційні системи та технології (версія **2021** р.).

Предметом дисципліни є принципи наближених обчислень.

Місце дисципліни і значення в структурі навчального процесу.

Отримані при вивченні студентами дисципліни знання та практичні навички є безпосередньою базою при опануванні дисциплін «Методи наближених обчислень», «Комп'ютерна графіка», «Проектування інформаційних систем», «Інженерія програмного забезпечення», «Технології розподілених систем та паралельних обчислень», «Основи чисельного експерименту» а також для дипломного проектування.

Програма навчальної дисципліни складається з наступних змістових модулів:

1) елементарні обчислення;
2) методи лінійної алгебри;
3) наближення функцій.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни «*Чисельні методи»* полягає у наданні теоретичних знань та практичних навиків застосування загальних законів та правил проведення математичних обчислень із використанням сучасної обчислювальної техніки та об'єктно-орієнтованих мов програмування. Використання основних методів наближених обчислень до розв'язування типових задач прикладної математики, фізики, механіки та інших проектних проблем.

Мета проведення лекцій полягає у тому, щоб поглибити та розширити знання студентів з математичного аналізу, векторної та вищої алгебри, диференціальних рівнянь завдяки застосуванню їх математичного апарату при розв'язуванні практичних питань щодо побудування обчислювальних алгоритмів.

Розкриття методологічних основ математичних методів дослідження реальних фізичних та механічних процесів, явищ та задач.

Вивчення загальних правил розробки прикладного математичного забезпечення, методів тестування та вибору тестових завдань. Знайомство з поняттям стійких та нестійких обчислювальних алгоритмів.

Вивчення типів похибок, що виникають під час чисельного моделювання та проведення відповідних обчислень на ПЕОМ. Засвоєння рекомендацій щодо можливого зменшення похибок для окремих видів обчислень.

Оволодіння та поглиблене засвоєння прийомів використання сучасних мов програмування при розробці чисельних алгоритмів.

Оволодіння навичками розв'язування простіших обчислювальних задач науково-технічного характеру та змісту, та оформлення відповідних звітів.

Завданням дисципліни є:

Набуття студентами теоретичних знань та практичних навичок Ознайомитися із загальними положеннями математичної теорії наближених обчислень та чисельних методів.
Навчитися застосовувати знання з загальних математичних дисциплін до постановки та розв'язування основних задач чисельного аналізу.
Навчитися визначати основні вимоги до чисельних методів, які плануються до використання під час розв'язування певних фізико-математичних проблем.
Навчитися визначати особливості в програмних реалізаціях тих чи інших методів обчислень одного класу.
Навчитися будувати або формувати тестові завдання (задачі), що призначені для перевірки коректності розроблених чисельних алгоритмів та відповідних програмних компонентів.
Вивчити основні способи візуалізації масивів числових даних, що являють собою набори даних певної фізико-математичної задачі.
Вивчити особливості компонування комп'ютерних програм, де використовуються розроблені чисельні алгоритми.
Навчитися застосовувати сучасні мови програмування та популярні середовища розробки прикладних програм або пакетів математичного забезпечення для розв'язування задач механіки.
Навчитися проводити безпосередні математичні обчислення та розрахунки, зберігати результати у виді файлів певного типу..

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей** (згідно ОПП «Інформаційні системи та технології від **2019** р.):
а) Загальні компетентності:
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
б) Спеціальні (фахові, предметні) компетентності: КС.11, КС.13, КС.14
КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.
КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень .
КС 14. Здатність формувати нові конкурентоспроможні ідеї й реалізовувати їх у проектах (стартапах).
Програмні результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати наступні ПРН:
ПР 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію функцій багатьох змінних, теорію рядів, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію ймовірностей та математичну статистику в обсязі, необхідному для розробки та використання інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації.
ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

ПР 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп’ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об’єктно-орієнтованого програмування для розв’язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.
ПР 4. Проводити системний аналіз об’єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.
ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп’ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.
ПР 8. Застосовувати правила оформлення проектних матеріалів інформаційних систем та технологій, знати склад та послідовність виконання проектних робіт з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів для запровадження у професійній діяльності.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- основні задачі, які вирішує обчислювальна математика;
- поняття про: чисельний експеримент, його складові та етапи реалізації;
- основні етапи розв’язування сучасної фізико-математичної проблеми;
- поняття про: моделі, методи, алгоритми та програмну реалізацію та їх місце у вирішенні певної або загальної проблеми;
- поняття про: головні джерела та типи числових похибок, абсолютну та відносну похибки обчислень, цілу, десятинну та бінарну форми запису числових даних, похибку заокруглювань, похибку реалізації алгоритму обчислень;
- поняття про: вірні та значущі цифри десятинного числа, яке отримане під час обчислень;
- поняття про: похибки, які виникають під час проектування, програмування та безпосередньої реалізації обчислень за фізико-математичною проблемою;
- поняття про: стійкі та нестійкі алгоритми за певною математичною моделлю, вхідні та вихідні числові дані, файли тощо;
- математичні постановки основних задач механіки та їх складові;
- основні елементи сучасного програмування, які застосовуються під час проектування чисельних алгоритмів для фізико-математичних задач;
- чисельні методи розв’язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь;
- чисельні методи розв’язування систем нелінійних рівнянь;
- основні чисельні методи розв’язування задач лінійної алгебри;
- методи наближення функцій (інтерполювання та регресійний аналіз);
- наближені методи мінімізації функцій;
- чисельні методи обчислення похідної для функції, яку задано таблицею.

вміти:

- застосовувати сучасні мови програмування та середовища розробки програмних компонентів до розв'язування певних або загальних фізико-математичних проблем;
- будувати стійки чисельні алгоритми обчислень для складних математичних формул;
- обчислювати значення числових або функціональних рядів, розраховувати таблиці функцій та проводити аналіз функцій за таблицями даних;
- будувати графіки функцій за допомогою будь-якої програмної оболонки математичного призначення, наприклад, **MS Excel**;
- обчислювати абсолютну та відносну похибки шуканого числового результату та підраховувати кількість виконаних ітерацій;
- застосовувати методи дихотомії, дотичних або хорд до проблеми пошуку множини коренів нелінійного рівняння;
- застосовувати методи ітерацій, Ньютона або Пікара до проблеми пошуку коренів систем нелінійних рівнянь;
- застосовувати чисельні методи до задач лінійної алгебри (СЛАР), обчислювати визначник матриці, обчислювати обернену матрицю, обчислювати власні значення матриць;
- виконувати інтерполювання функцій за методами Лагранжа, Ньютона та за допомогою сплайнів;
- обчислювати похідну за допомогою інтерполяційних многочленів;
- виконувати регресійний аналіз за даними чисельних або натурних експериментів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 105 годин, що становить 3,5 кредити ЄКТС.

2. **Зміст навчальної дисципліни**

Змістовий модуль 1. «Елементарні обчислення»

Тема 1. «Введення у чисельні методи»

Задачі обчислювальної математики. Основні етапи розв'язування фізико-математичної проблеми. Моделі, методи, алгоритмі та програмна реалізація.
Головні джерела і типи похибок. Елементи теорії похибок. Абсолютна та відносна похибки. Форми запису наближених даних. Похибки заокруглювання. Похибка функції та програмної реалізації. Тестування алгоритмів.
Стійки та нестійкі алгоритми. Особливості реалізації математичних обчислень у вигляді програмних модулів та компонентів. Література: [1-6,10]

Тема 2. «Методи розв'язування нелінійних та алгебраїчних рівнянь»

Загальна постановка проблеми. Алгебраїчні та трансцендентні рівняння. Виділення коренів.
Метод поділу навпіл – метод дихотомії. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона (дотичних). Метод січних (хорд). Метод хорд та дотичних (комбінований метод).
Алгоритми перелічених методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література: [1-6,10]

Тема 3. «Методи розв'язування систем нелінійних рівнянь»

Загальна постановка проблеми. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона. Метод Пікара. Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Задачі механіки, які потребують розв'язування систем нелінійних рівнянь. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література: [1-6,10]

Змістовий модуль 2. «Методи лінійної алгебри»

Тема 4. «Методи розв'язування задач лінійної алгебри»

Загальна постановка проблеми. Термінологія, основні визначення, аксіоми та теореми лінійної алгебри. Задачі загальної механіки, які потребують застосування методів лінійної алгебри. Література: [7-10]

Тема 5. «Методи розв'язування **СЛАР**»

Метод Гауса. Метод Гауса з вибиранням головного елемента. Метод LU-розвинення (схема Халецького). Метод простих ітерацій. Метод Зейделя. Метод ортогоналізації. Метод Крамера.

Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література: [7-10]

Тема 6. «Інші задачі лінійної алгебри»

Обчислення визначника матриці. Обчислення оберненої матриці.
Метод Крилова знаходження власних значень матриць.

Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література: [7-10]

Змістовий модуль 3. «Наближення функцій»

Тема 7. «Інтерполювання за Лагранжем»

Задачі, що приводять до інтерполювання функцій. Інтерполяційний многочлен Лагранжа. Алгоритм методу Лагранжа та його програмна реалізація. Тестування алгоритму та відповідного програмного модуля. Література: [1-6,10]

Тема 8. «Інтерполювання за Ньютоном»

Кінцеві та поділені різниці. Інтерполяційний многочлен Ньютона для не рівновіддалених вузлів. Інтерполяційний многочлен Лагранжа та інтерполяційний многочлен Ньютона для рівновіддалених вузлів. Обернене інтерполювання.
Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література: [1-6,10]

Тема 9. «Інтерполювання із використанням сплайнів»

Наближення функцій сплайнами. Недоліки та переваги інтерполювання на базі сплайнів. Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Література: [1-6,10]

Тема 10. «Чисельне диференціювання»

Постановка задачі чисельного диференціювання.
Диференціювання із використанням інтерполяційного многочлена Лагранжа.
Диференціювання із використанням інтерполяційних многочленів Ньютона.
Диференціювання із використанням сплайнів.
Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література: [1-6,10]

3. Рекомендована література

3.1. Основна література

1. Андруник В.А., Висоцька В.А., Пасічник В.В., Чирун Л.Б., Чирун Л.В. Чисельні методи в комп'ютерних науках: навчальний посібник – Львів: Видавництво «Новий світ – 2000», 2020. – 470 с.
2. Шахно С.М. Чисельні методи лінійної алгебри.: Навч. посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 245 с.
3. Шахно С.М., Дудикевич А.Т., Левицька С.М. Практикум з чисельних методів.: Навч. посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 432 с.

3.2. Допоміжна література

1. Коноваленко І.В. Програмування мовою C# 7.0 : навчальний посібник / Коноваленко І.В., Марущак П.О., Савків В.Б. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя 2017 – 300 с.
2. Т.П. Караванова. Основи алгоритмізації та програмування. 750 задач з рекомендаціями та прикладами. – К.: Форум, 2002.
3. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т. 1., 2. – М.: Наука, 1966.
4. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980.
5. Воеводин В.В. Численные методы алгебры. Теория и алгоритмы. – М.: Наука, 1966.
6. Волков Е.А. Численные методы. – М.: Наука, 1982.
7. Уилкинсон Райнш Справочник алгоритмов по Линейной алгебре. – Москва «Машиностроение», 1976
8. Д. Мак-Кракен, У. Дорн Численные методы и программирование на Фортране. – Москва, «Мир», 1977
9. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Наука, 1987.
10. Бахвалов Н.С., Кобельков Г.М., Поспелов В.В. Сборник задач по методам вычислений. – М.: Изд-во МГУ, 1989.

4. Електронні інформаційні ресурси

1. https://metanit.com/sharp/tutorial
2. https://docs.microsoft.com/en-us/
3. Електронний варіант лекцій.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та контрольних завдань в електронній формі.

5. Форма підсумкового контролю успішності навчання

Залік

6. Методи діагностики успішності навчання

Поточне опитування, оцінка виконання лабораторних робіт, контрольні роботи з теоретичними тестовими питаннями відкритого типу та практичними завданнями, підсумковий контроль з теоретичними питаннями та оцінкою розв'язання практичних завдань.

Примітки:

1. Програма навчальної дисципліни розробляється вищим навчальним закладом. Програма навчальної дисципліни визначає місце і значення навчальної дисципліни, її загальний зміст та вимоги до знань і вмінь.
2. Програма навчальної дисципліни розробляється на основі освітньо-професійної програми.
3. Форма призначена для складання робочої програми навчальної дисципліни.
4. Вищими навчальними закладами можуть вноситися зміни до форми та змістового наповнення «Програми навчальної дисципліни» залежно від специфіки та профілю вищого навчального закладу.
5. Формат бланка – А4 (210×297 мм).