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

ВБ 6.1 Методи наближених обчислень
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 126 – Інформаційні системи і технології
(код і назва спеціальності (тей)

2019

Розробники:
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 _____ (Волков В.Е.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Протокол № 1 від. “ 23 ” 09 2019 р.

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

Вступ

Навчальна програма дисципліни «Методи наближених обчислень» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 126 – Інформаційні системи та технології (**2019** 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 «Чисельні методи», «Комп'ютерна графіка», «Теорія і практика чисельного експерименту», «Інженерія програмного забезпечення», «Технології розподілених систем та паралельних обчислень», а також для дипломного проектування.

Програма навчальної дисципліни складається з наступних змістових модулів:

1) квадратурні формули;
2) методи розв'язування диференціальних рівнянь;
3) чисельні методи типа Гальоркіна.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Під час вивчення дисципліни «*Методи наближених обчислень»* студенти отримують теоретичні знання та практичні навики 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.

Вивчення загальних законів та правил проведення математичних обчислень із використанням сучасної обчислювальної техніки.

Застосування основних методів наближених обчислень до розв'язування типових задач теоретичної механіки та механіки суцільних середовищ.

Поглиблення та розширення знань 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.

Мета проведення лабораторних занять полягає у вивченні методів наближеного інтегрування функцій. Вивчення методів обчислення спеціальних функцій

математичної фізики. Вивчення методів побудування квадратурних формул спеціального виду.
Вивчення методів інтегрування диференціальних рівнянь. Вивчення методів розв'язування задач Коші для загальних диференціальних рівнянь. Вивчення методів розв'язування крайових задач для загальних диференціальних рівнянь. Вивчення методів типа Гальоркіна.
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.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей** (згідно ОПП «Інформаційні системи та технології від **2019** р.):
а) **Загальні компетентності**:
КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
КЗ 11. Здатність застосовувати базові знання з фундаментальної та прикладної математики в професійній діяльності.

б) **Спеціальні** (фахові, предметні) компетентності:
КС 3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.
КС 8. Здатність управляти якістю продуктів і сервісів інформаційних систем та технологій протягом їх життєвого циклу.

КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.
КС 15. Здатність до математичного та логічного мислення, а також до використання математичного апарату фундаментальної та прикладної математики під час розв'язання прикладних і наукових завдань в області інформаційних систем і технологій.
КС.18 Здатність використовувати чисельні методи та методи наближених обчислень для розв'язання прикладних задач у формі проектних розрахунків або чисельного експерименту по певному процесу.

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 11. Демонструвати вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій та вміти оцінювати економічну ефективність їх впровадження.
ПР 15. Моделювати системи та процеси, стани та поведінки складних об'єктів інформатизації в процесі розроблення інформаційних систем і технологій.

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: квадратурні формули загального виду;
- поняття про: квадратурні формули типа Ньютона-Котеса та їх окремі випадки;
- поняття про: квадратурні формули типа Гауса, їх принципи побудови та реалізації;
- поняття про: квадратурні формули спеціального типа;
- поняття про: квадратурні формули для обчислення подвійних та потрійних інтегралів;
- поняття про: квадратурні схеми для обчислення невласних інтегралів;
- наближені аналітичні методи розв'язування загальних диференціальних рівнянь;
- чисельні методи розв'язування загальних диференціальних рівнянь;
- одно крокові чисельні методи розв'язування задачі Коші;
- багато крокові чисельні методи розв'язування задачі Коші;
- методи розв'язування крайових задач для загальних диференціальних рівнянь;
- явні та неявні схеми інтегрування загальних диференціальних рівнянь;
- методи типа Гальоркіна.

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 визначені інтеграли за різними квадратурними формулами та схемами;
- обчислювати складові для квадратурних формул та будувати відповідні обчислювальні ітераційні алгоритми;
- обчислювати спеціальні функції математичної фізики та створювати відповідні програмні компоненти, проводи тестування розроблених алгоритмів;
- обчислювати абсолютну та відносну похибки шуканого числового результату та підраховувати кількість виконаних ітерацій;
- виконувати наближене інтегрування загальних диференціальних рівнянь аналітичними методами та за допомогою ЕОМ;
- виконувати наближене інтегрування загальних диференціальних рівнянь одно кроковими методами типа Рунге-Кутта;
- виконувати наближене інтегрування загальних диференціальних рівнянь багато кроковими методами;
- застосовувати явні та неявні схеми інтегрування загальних диференціальних рівнянь;
- будувати кінцево-різницеві схеми щодо розв'язування крайових задач для загальних диференціальних рівнянь;
- обчислювати розв'язки крайових задач для загальних диференціальних рівнянь;
- застосовувати методи типа Гальоркіна для розв'язування певних фізико-математичних задач та проблем математичного моделювання механічних процесів.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин, що становить 6 кредитів ЄКТС.

2. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. «Квадратурні формули»

Тема 1. «Квадратурні формули Ньютона-Котеса»

Постановка задачі чисельного інтегрування. Застосування інтерполяційного многочлена Лагранжа до задачі чисельного інтегрування. Коефіцієнти Котеса, їх формула, алгоритм та методика обчислення.
Часткові випадки формул Ньютона-Котеса замкненого типу. Формула трапецій. Формула Сімпсона. Загальні квадратурні формули трапецій та Сімпсона. Алгоритм обчислення інтегралу із використанням формули Сімпсона. Програмна реалізація обчислень за квадратурними формулами Ньютона-Котеса. Література [1-9]

Тема 2. «Квадратурні формули типа Гауса»

Загальна постановка проблеми. Принцип побудування квадратурних формул типа Гауса. Отримання вузлів та вагових коефіцієнтів для простішої квадратурної формули. Формули Гауса для довільної кількості вузлів.
Многочлени Лежандра. Властивості многочленів Лежандра, правило обчислення значень для многочленів та його похідних. Алгоритм визначення вузлів та коефіцієнтів квадратурної формули типа Гауса.
Алгоритми застосування квадратурної формули типа Гауса для обчислення визначених інтегралів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література [1-9]

Тема 3. «Спеціальні квадратурні формули»

Загальна постановка проблеми. Методи та алгоритми обчислення значень деяких спеціальних функцій математичної фізики. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.
Спеціальні квадратурні формули. Формули Лобатто, Філона та інші.
Квадратурні формули та схеми для обчислення подвійних та потрійних інтегралів. Спрощені формули. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.
Квадратурна схема обчислення невласного інтегралу. Тестування алгоритму та відповідного програмного модуля. Література [1-9]

Змістовий модуль 2. «Методи розв’язування диференціальних рівнянь»

Тема 4. «Методи розв’язування задачі Коші для **ЗДР**»

Загальна постановка проблеми. Термінологія, основні визначення, аксіоми та теореми з курсу диференціальних рівнянь. Задачі загальної механіки та фізики, прикладної математики, які потребують інтегрування загальних диференціальних рівнянь (**ЗДР**). Методи розв’язування. Література [1-9]

Тема 5. «Аналітичні методи розв’язування **ЗДР**»

Метод Пікара. Теоретичний приклад. Метод Тейлора. Теоретичний приклад. Метод малого параметра.

Степеневі ряди. Алгоритми обчислення коефіцієнтів степеневих рядів. Додавання, віднімання, множення, ділення та інші дії із степеневими рядами.
Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література [1-9]

Тема 6. «Методи типа Рунге-Кутта»

Загальна постановка проблеми. Принципи, які покладені в схему Рунге-Кутта.
Формули першого порядку. Метод Ейлера. Модифікований метод Ейлера.
Формули другого порядку. Їх геометрична інтерпретація. Схема Хойна.
Формули третього та четвертого порядків. Популярна схема 4-го порядку та її геометрична інтерпретація.
Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів. Література [1-9]

Тема 7. «Багато крокові схеми розв'язування задачі Коші»

Загальна постановка проблеми. Принципи, які покладені у кінцево-різницеві схеми. Побудування різницевих схем методом невизначених коефіцієнтів. Явні та неявні схеми. Їх реалізація.
Деякі явні кінцево-різницеві схеми. Екстраполяційна схема Адамса. Екстраполяційна схема Нистрема. Формули Мілна. Схема Хеммінга.
Алгоритм обчислення початкових значень. Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.

Змістовий модуль 3. «Чисельні методи типа Гальоркіна»

Тема 8. «Традиційні методи типа Гальоркіна»

Задачі механіки, що можна розв'язувати за допомогою метода Гальоркіна. Прості приклади.
Постановка задачі розв'язування диференціального рівняння за допомогою метода Гальоркіна. Вибір базисних функцій. Теоретичний приклад.
Задача на власні значення та застосування до її розв'язування метода Гальоркіна.
Задача про рух в'язкої рідини у каналі.
Задача про нестаціонарну теплопередачу.
Розв'язування рівняння Бюргерса.
Задача на гідродинамічну стійкість.
Алгоритми методів та їх програмні реалізації. Тестування алгоритмів та відповідних програмних модулів.. Література [1-9]

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. Мартынов Н. Н. C# для начинающих / Н. Н Мартынов . – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2007.
4. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Наука, 1987.
5. Бахвалов Н.С., Кобельков Г.М., Поспелов В.В. Сборник задач по методам вычислений. – М.: Изд-во МГУ, 1989.
6. Фомин Г.В. Введение в программирование на C# в среде MS Visual Studio. : ЮФУ, 2011.
7. Г. Шилдт. Полный справочник по C#. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2008.
8. Э. Троелсен. C# и платформа .NET. Библиотека программиста. – СПб. : Питер, 2007.
9. Э. Кингсли-Хьюджес, К. Кингсли-Хьюджес. C# 2005. Справочник программиста. – М.: ООО «ИД Вильямс», 2007.

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

Екзамен

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).