Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Інформаційних технологій проектування» (№ 105)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
_____ Євген ДРУЖИНІН
(підпис) (ініціали та прізвище)
«30» серпня 2024 р.

СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ* НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 126 «Інформаційні системи та технології»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Інформаційні системи та технології підтримки віртуальних середовищ»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Вводиться в дію з «01» вересня 2024 р.

Харків 2024

Розробник: _доцент каф 105, к.т.н. Аліна АРТЬОМОВА
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище) (підпис)

Силабус «Програмне забезпечення систем віртуальної реальності» розглянуто на засіданні кафедри (№ 105) інформаційних технологій проектування
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30» серпня 2024 р.

В.о. зав. кафедри к.т.н. професор к.105 Владислав ШЕВЕЛЬ
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:
(підпис) Арсеній ФІЛІППОВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Загальна інформація про викладача

Артьомова Аліна Вадимівна, доцент кафедри інформаційних технологій проектування, кандидат технічних наук, доцент.

Перелік дисциплін, які викладає: Чисельні методи, Кібербезпека, Технології захисту інформації та Методи захисту інформації

Напрями наукових досліджень:
методи і моделі автоматизації планування ланцюга маршрутів польотів БПЛ для підвищення ефективності пошуку об’єктів

1. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання – денна.

Семестр, в якому викладається дисципліна – 2.

Дисципліна обов'язкова.

Загальна кількість годин за навчальним планом - 150 годин/ 5 кредитів ЄКТС, 64 годин аудиторної та 86 годин самостійної роботи здобувачів.

Види занять – лекції, лабораторні, самостійна робота.

Вид контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Мова викладання – українська.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: надання слухачам знань, уміння, навичок, методичних прийомів та засобів, що необхідні для вільного використання різноманітних засобів математичного моделювання на усіх стадіях життєвого циклу аерокосмічної техніки.

Завдання: вивчити загальні сіткові методи дискретизації диференціальних рівнянь та граничних умов за просторовими перемінними, їх різновиди та співвідношення, а також особливості їх використання.

Компетентності, які набуваються:…

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01. Здатність розробляти та застосувати ІСТ, необхідні для розв'язання стратегічних і поточних задач.

Очікувані результати навчання:

Програмні результати навчання:

РН01. Відшуковувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних, інших джерелах, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

РН04. Управляти процесами розробки, впровадження та експлуатації у сфері ІСТ, які є складними, непередбачуваними і потребують нових стратегічних та командних підходів.

Пререквізити: інтегровані комп′ютерні системи.

Кореквізити: технологія віртуальної реальності в електронному документообігу, Технологія доповненої реальності у життєвому циклі інженерного об'єкта.

Постреквізити: дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Програмне забезпечення віртуальної реальності та моделювання крайових та нелінійних задачах.

Тема 1. Сутність, зміст і завдання програмного забезпечення систем віртуальної реальності.

Загальна кількість годин за темою: 6 годин.

Анотація: тема охоплює ключові аспекти програмного забезпечення для систем віртуальної реальності (VR), включаючи його сутність, зміст і завдання. Віртуальна реальність представляє собою комп'ютерно-генеровану середу, яка імітує фізичний світ або створює нові простори, з якими користувачі можуть взаємодіяти. Розглядаються зв'язки з іншими науками та дисциплінами, основні поняття, терміни, позначення та співвідношення.

Тема лекції: Вступ до дисципліни.

Тема лабораторного заняття: -

Обсяг самостійної роботи здобувача: 4 години.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: методи створення і моделювання віртуальних світів, включаючи 3D-моделювання, текстурування, освітлення і рендеринг. Використання геометрії і алгебри для побудови і перетворення віртуальних об'єктів. Дослідження можливостей використання VR у різних галузях

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал.

Тема 2. **Складні крайові умови та нелінійні задачі.**

Загальна кількість годин за темою: 8 годин.

Анотація: тема надає поглиблене розуміння розробки числових схем для складних крайових умов і нелінійних задач, а також методів, що використовуються для чисельного розв'язання багатовимірних рівнянь і апроксимації часткових похідних.

Тема лабораторного заняття: -

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*6 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: основні відмінності між умовами Діріхле та Нейманівськими умовами, і як ці відмінності впливають на числове моделювання. Зразок рішення задачі про крутіння стрижня прямокутного перерізу. Особливості дискретизації нелінійних задач в у багатовимірному випадку. Поняття збіжності наближення. Метод екстраполяції рішення. Зразок застосування методу екстраполяції в задачі кручення стрижня квадратного перерізу.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал.

Тема 3. **Апроксимація функцій.**

Загальна кількість годин за темою: 12 годин.

Анотація: тема надає комплексне розуміння технік апроксимації функцій, важливих властивостей базисних функцій і різних методів для покращення точності апроксимації, що дозволяє ефективно вирішувати задачі в чисельному аналізі та прикладних науках.

Тема лекції: Апроксимація функцій

Тема лабораторного заняття: Деякі можливості MathCAD. Рішення ДР за методом скінчених різниць.

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*6 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Апроксимація рішень ДР з використанням базисних функцій. Різноманітні види вагових та базисних функцій у нев′язках: методи колокацій, метод Петрова- Гальоркіна, метод Гальоркіна, метод найменших квадратів та інші.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 4. **Одночасна апроксимація диференціального рівняння та граничних умов.**

Загальна кількість годин за темою: 12 годин.

Анотація: тема надає глибоке розуміння одночасної апроксимації диференціальних рівнянь і граничних умов, розглядаючи конкретні приклади для одновимірних і двовимірних задач, а також різні типи крайових умов.

Тема лекції: Одночасна апроксимація диференціального рівняння та граничних умов.

Тема лабораторного заняття: Використання методу виважених нев′язок.

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*6 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Апроксимація за допомогою власних функцій, методи граничного вирішення (граничних інтегральних рівнянь).

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 5. **Двомірна задача пружності.**

Загальна кількість годин за темою: 10 годин.

Анотація: тема надає поглиблене розуміння застосування методу виважених нев'язок для розв'язання двовимірних задач у теорії пружності, а також важливість оцінки точності наближених рішень через порівняння з точними результатами.

Тема лекції: Двомірна задача пружності.

Тема лабораторного заняття: -

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*6 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Вивчення принципів та алгоритмів методу виважених нев'язок для розв'язання двовимірних задач. Огляд особливостей застосування МВН у контексті теорії пружності. онкретний приклад використання МВН для розв'язання задачі про деформування квадратної пластини з крайовими умовами змішаного типу. Розгляд числового моделювання і процесу апроксимації. Аналіз точності наближеного розв'язання, отриманого за допомогою МВН, шляхом порівняння з точним розв'язанням задачі. Оцінка помилок та обговорення результатів.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал.

Тема 6. **Використання кусочно- визначених базисних функцій.**

Загальна кількість годин за темою: 12 годин.

Анотація: тема охоплює основи апроксимації функцій за допомогою кусочно-визначених базисних функцій, методи обчислення і застосування скінченних елементів, а також різні чисельні методи для розв'язання диференціальних рівнянь. Надає комплексне розуміння технік апроксимації функцій і чисельних методів, таких як метод скінчених елементів, включаючи практичні приклади розв'язання диференціальних рівнянь з різними типами крайових умов.

Тема лекції: Використання кусочно- визначених базисних функцій.

Тема лабораторного заняття: Наближення функції за методом виважених нев′язок за допомогою скінчено елементної дискретизації.

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*6 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Приклади застосування скінчено- елементного підходу до аналізу технічних систем: ферменна конструкція, складні електричні сітки. Приклад рішення задачі про розтяг стрижня. Узагальнення МСЕ на дво- та три- вимірні випадки. Найпростіші СЕ: трикутник, білінійний прямокутник, трикутна піраміда, трилінійний паралелепіпед.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 7. **Вирішення двомірної скалярнозначної задачі.**

Загальна кількість годин за темою: 10 годин.

Анотація: тема охоплює методи чисельного розв'язання двомірних задач, де невідома функція є скалярною. Розглядаються техніки дискретизації, чисельного розв'язання та аналіз результатів. Надає глибоке розуміння технік розв'язання двомірних скалярнозначних задач, включаючи методи дискретизації, чисельні алгоритми і практичні приклади розв'язання.

Тема лекції: Вирішення двомірної скалярнозначної задачі.

Тема лабораторного заняття: Чисельне рішення диференціального рівняння у часткових похідних за методом виважених нев′язок.

Обсяг самостійної роботи здобувача: 6 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Розгляд технік дискретизації для перетворення безперервних задач у дискретні системи. Включає застосування методів скінчених різниць і скінчених елементів для апроксимації двомірних задач. Оцінка точності та достовірності отриманих результатів. Обговорення можливих помилок і способів їх мінімізації, а також перевірка відповідності результатів теоретичним або точним розв'язанням.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Модуль 1.

Форма занять: написання модульної роботи допускається проведення у дистанційній формі у вигляді тестів.

Обсяг самостійного навантаження: 2 година

Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

Види контролю, критерії оцінювання: відповідь на тестові завдання – 0..15 балів.

Змістовний модуль 2. Метод часткової дискретизації та нестаціонарні задачі.

Тема 8. Метод часткової дискретизації.

Загальна кількість годин за темою: 16 годин.

Анотація: тема присвячена методу часткової дискретизації, який використовується для чисельного розв'язання крайових задач та диференціальних рівнянь. Розглядаються основи методу, його застосування та алгоритми. Надає фундаментальне розуміння методу часткової дискретизації, його основних принципів і практичних застосувань, а також включає приклади і аналіз точності чисельних розв’язків.

Тема лекції: Метод часткової дискретизації.

Тема лабораторного заняття: Рішення ДР з початковими умовами. Чисельна нестійкість.

Обсяг самостійної роботи здобувача: 10 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: огляд процесу часткової дискретизації, включаючи етапи перетворення безперервних задач у дискретні системи. Обговорення різних технік для інтегрування часткових похідних і апроксимації граничних умов. Вивчення точності та ефективності методу часткової дискретизації. Обговорення можливих помилок і методів їх корекції, а також порівняння результатів з іншими чисельними методами.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 9. Часткова дискретизація для нестаціонарних задач.

Загальна кількість годин за темою: 13 годин.

Анотація: охоплює чисельний підхід до розв'язання нестаціонарних задач теплопровідності, зокрема через використання скінчено-елементної дискретизації. Також розглядаються основи аналітичного вирішення систем диференціальних рівнянь.

теплопровідності з використанням скінчено-елементної дискретизації, а також основи аналітичного підходу до систем диференціальних рівнянь.

Тема лекції: Часткова дискретизація для нестаціонарних задач. Надає практичне розуміння чисельних методів для розв'язання нестаціонарних задач

Тема лабораторного заняття: Рішення звичайного диференціального рівняння за методом скінчених елементів.

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*7 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Огляд методів скінчено-елементної дискретизації для апроксимації просторових змінних у задачах теплопровідності. Розгляд технік розбиття області на елементи і процедури апроксимації. Вивчення явних і неявних схем для чисельного розв'язання нестаціонарних задач. Порівняння їх стійкості, точності і ефективності. Обговорення таких схем як методи Ейлера, методи Адім і Кранка-Ніколсона.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 10. Нестаціонарні задачі- рішення за МСЕ.

Загальна кількість годин за темою: 13 годин.

Анотація: тема присвячена розв'язанню нестаціонарних задач за допомогою методу скінчених елементів (МСЕ). Вивчаються основи методу, техніки його застосування до задач з часовою залежністю, і приклади реальних застосувань. надає глибоке розуміння застосування методу скінчених елементів для розв'язання нестаціонарних задач, включаючи техніки дискретизації, чисельні алгоритми і аналіз результатів.

Тема лекції: Нестаціонарні задачі- рішення за МСЕ.

Тема лабораторного заняття: Чисельне рішення звичайного диференціального рівняння за методом виважених нев′язок.

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*7 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Розгляд різних методів інтеграції по часу, таких як метод Ейлера, метод Рунге-Кутти та методи Адіма. Аналіз їх точності та стійкості при розв'язанні нестаціонарних задач.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 11. Багатошарові схеми для рівнянь першого порядку.

Загальна кількість годин за темою: 13 годин.

Анотація: тема присвячена розробці та застосуванню багатошарових схем для розв'язання рівнянь першого порядку. Вона охоплює ключові аспекти конструкції та аналізу багатошарових методів чисельного інтегрування, їх особливості, переваги та обмеження. забезпечує комплексне розуміння багатошарових схем, їх застосування та аналіз у контексті рівнянь першого порядку, надаючи корисні знання для розв'язання задач з високою точністю та ефективністю.

Тема лекції: Багатошарові схеми для рівнянь першого порядку

Тема лабораторного заняття: Рішення диференціального рівняння у часткових похідних за допомогою загальної дискретизації.

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*7 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Вплив числової диференціації на точність багатошарових схем. Методи покращення збіжності багатошарових схем. Аналіз впливу вибору кроку дискретизації на результати. Паралельні обчислення і оптимізація для багатошарових схем.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 12. Рівняння другого порядку за часом.

Загальна кількість годин за темою: 15 годин.

Анотація: тема охоплює основні аспекти чисельного розв'язання рівнянь другого порядку за часом, включаючи методи розв'язання, стійкість схем і специфіку нелінійних нестаціонарних задач. Вона надає огляд ключових понять та методів, які використовуються для ефективного вирішення таких рівнянь. забезпечує поглиблене розуміння основних методів та підходів для вирішення рівнянь другого порядку за часом, включаючи аналіз стійкості, нелінійні задачі та загальні аспекти застосування чисельних методів.

Тема лекції: Рівняння другого порядку за часом.

Тема лабораторного заняття: Рішення диференціального рівняння у часткових похідних гіперболічного типу з початковими умовами.

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*7 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Методи дискретизації та чисельних інтеграторів, які використовуються для розв'язання диференціальних рівнянь другого порядку. Специфіка розв'язання нелінійних нестаціонарних задач, що включають рівняння другого порядку за часом. Обговорення підходів до обробки нелінійностей і методів чисельного інтегрування для таких задач.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал. Виконання та захист лабораторної роботи – 0..5 балів.

Тема 13. Узагальнення.

Загальна кількість годин за темою: 6 годин.

Анотація: тема присвячена загальній схемі дискретизації систем диференціальних рівнянь, що є ключовим етапом у чисельному розв'язанні таких систем. Вона охоплює основні принципи та методи перетворення неперервних систем диференціальних рівнянь у дискретну форму, що дозволяє їх подальше чисельне вирішення. Надає комплексний огляд процесу дискретизації систем диференціальних рівнянь, що включає основні принципи, методи, аналіз точності та стабільності, а також практичні приклади, що сприяють глибшому розумінню чисельних методів у розв'язанні диференціальних систем.

Тема лекції: Узагальнення.

Тема лабораторного заняття: -

*Обсяг самостійної роботи здобувача:*4 годин.

Теми, види робіт, що належать до самостійної роботи здобувачів: Розгляд типових проблем, які можуть виникати при дискретизації систем диференціальних рівнянь. Обговорення підходів до їх вирішення та вдосконалення схем дискретизації.

Види контролю, критерії оцінювання: присутність на заняттях та відповідь на питання – 0..1бал.

Модуль 2.

Форма занять: написання модульної роботи допускається проведення у дистанційній формі у вигляді тестів.

Обсяг самостійного навантаження: 2 година

Обов’язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

Види контролю, критерії оцінювання: відповідь на тестові завдання – 0..15 балів.

4. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання передбачене навчальним планом – розрахунково-графічна робота (РГР).

Обсяг самостійного навантаження: 3 години.

Виконання та захист оцінюється 0..12 балів

5. Методи навчання

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення студентів. Коло питань теми лекції обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага студентів концентрується на матеріалі, що не знайшов відображення в підручниках, використовується передовий досвід. Під час лекцій використовується друкований опорний конспект у якому виділені головні висновки з питань, що розглядаються. При викладанні лекційного матеріалу студентам пропонуються питання для самостійного розмірковування. При цьому лектор задає запитання, які спонукають студента шукати розв'язання проблемної ситуації. Така система примушує студентів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді.

Семінари-дискусії передбачають обмін думками та поглядами учасників з приводу даної теми (питання), а також розвивають мислення, допомагають формувати погляди і переконання, виробляють вміння формулювати думки й висловлювати їх, вчать оцінювати пропозиції інших людей, критично підходити до власних поглядів.

Кейс-метод – метод аналізу конкретних ситуацій, який дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності спеціалістів і передбачає розгляд проблемних ситуацій у процесі вивчення навчального матеріалу

Презентації – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних результатів роботи з виконання індивідуальних завдань.

6. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й виконання та захист лабораторних робіт та РР), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

Під час вивчення дисципліни застосовується поточний і підсумковий контроль знань. Усі ці види контролю тісно взаємозв'язані й організуються так, щоб стимулювати ефективну самостійну роботу студентів протягом семестру і забезпечити об'єктивне оцінювання рівня їхніх знань.

Поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять, у процесі розгляду й оцінювання виконаних завдань, спілкування викладача зі студентом на індивідуальних консультаціях. Він має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Засоби проведення поточного контролю включають тести для виявлення ступеня оволодіння студентами необхідними теоретичними положеннями.

Підсумковий контроль проводиться у формі контрольних робіт за окремими частинами (модулями) дисципліни. Для проміжного контролю дисципліна поділена на дві частини (модулі): 1 модуль – теми 1-7; 2 – теми 8-13.

Підсумковий контроль проводиться у формі письмового іспиту. Студенти допускаються до іспиту, якщо він виконав усі обов'язкові роботи і завдання з дисципліни протягом семестру. Перелік таких робіт і завдань доводиться до студентів на початку семестру. Своєчасність і якість їх виконання з'ясовуються в процесі поточного контролю.

Якщо студент одержав незадовільну оцінку за контрольне оцінювання з певної теми курсу, або був відсутній на контрольному оцінюванні, то він зобов'язаний ліквідувати поточну заборгованість, що утворилася, під час найближчої консультації у викладача, який проводить лабораторні заняття або лекції з даної дисципліни.

Студент, який має заборгованості з контрольних оцінювань з окремих тем курсу "Програмне забезпечення систем віртуальної реальності ", вважається таким, що не виконав всі види робіт, передбачені навчальним планом на семестр з цієї навчальної дисципліни, і до іспиту не допускається.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

7.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0…1	7	0…7
Виконання та захист лабораторних робіт	0...4	5	0...20
Модульний контроль	0…15	1	0…15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0…1	6	0…6
Виконання та захист лабораторних робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0…15	1	0…15
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист РР	0…12	1	0…12
Всього за семестр			**0…100**

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох блоків теоретичних питань у вигляді тестів за кожним модулем та однієї практичної задачі. За кожне теоретичне питання максимальна кількість балів 25, за практичну задачу- 50 балів, загалом 100 балів.

7.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

1 Поняття скінчених різниць в одновимірному випадку.

2 Апроксимація похідних скінченими різницями, похибка апроксимації.

3 Побудова та вирішення скінчено- різницевої системи алгебраїчних з крайовими умовами першого роду.

4 Зразок вирішення одновимірного рівняння ДР теплопровідності.

5 Побудова та вирішення скінчено- різницевої системи алгебраїчних рівнянь із змішаними крайовими умовами.

6 Зразки рішення одновимірного рівняння ДР теплопровідності із різними крайовими умовами.

7 Особливості рішення нелінійних задач.

8 Зразок вирішення одновимірного нелінійного рівняння ДР теплопровідності.

9 Особливості використання МСР у багатовимірному випадку.

10 Апроксимації часткових похідних скінченими різницями.

11 Побудова та вирішення скінчено- різницевої системи алгебраїчних рівнянь для ДР у часткових похідних.

12 Зразок рішення задачі про крутіння стрижня прямокутного перерізу.

13 Особливості застосування МСР в разі областей складної форми з криволінійними границями.

14 Особливості дискретизації нелінійних задач в у багатовимірному випадку.

15 Поняття збіжності наближення.

16 Метод екстраполяції рішення.

17 Зразок застосування методу екстраполяції в задачі кручення стрижня квадратного перерізу.

18 Загальні зауваження щодо використання МСР.

19 Апроксимація функцій базисними функціями.

20 Властивості цілковитості та ортогональності множісті базисних функцій.

21 Інтерполяція та метод Фурьє для визначення коефіцієнтів апроксимації.

22 Поняття нев'язки.

23 Визначення коефіцієнтів апроксимації за допомогою МВН.

24 Використання різноманітних вагових функцій: методи колокацій, метод Петрова-Гальоркіна, метод Гальоркіна та інші.

25 Приклад визначення коефіцієнтів апроксимації функції двох перемінних за методом Гальоркіна.

26 Апроксимація рішень ДР з використанням базисних функцій.

27 Різноманітні види вагових та базисних функцій у нев'язках: методи колокацій, метод Петрова- Гальоркіна, метод Гальоркіна, метод найменших квадратів та інші.

28 Виконання крайових умов за допомогою базисних функцій.

29 Приклад рішення одновимірного рівняння ДР теплопровідності за методами колокацій та Гальоркіна, порівняльний аналіз методів.

30 Приклад рішення двовимірного ДР крутіння стрижня прямокутного перерізу за методом Гальоркіна.

31 Одночасна апроксимація диференціального рівняння та граничних умов.

32 Приклад рішення одновимірного рівняння ДР теплопровідності з крайовими умовами першого роду.

33 Приклад рішення двовимірного рівняння ДР крутіння стрижня прямокутного перерізу з крайовими умовами першого роду.

34 Природні крайові умови.

35 Приклад рішення одновимірного рівняння ДР теплопровідності із змішаними крайовими умовами.

36 Двовимірний випадок. Приклад рішення двовимірного рівняння ДР теплопровідності із змішаними крайовими умовами.

37 Апроксимація за допомогою власних функцій, методи граничного вирішення (граничних інтегральних рівнянь).

38 Приклад рішення двовимірного ДР крутіння стрижня прямокутного перерізу з крайовими умовами першого роду.

39 Рішення систем ЗДР за методом МВН.

40 Приклад- рішення рівняння теплопровідності, порівняння із точним рішенням, оцінка наближеного рішення.

41 Застосування МВН до рішення двовимірних задач на прикладі задачі теорії пружності.

42 Приклад рішення задачі про деформування квадратної пластини із змішаними крайовим умовами. Порівняння з точним вирішенням, оцінка наближеного рішення.

43 Застосування МВН до рішення нелінійних задач на прикладі рішення двовимірного рівняння теплопровідності.

44 Приклад рішення одновимірної задачі теплопровідності за методом точкової колокації. Порівняння з точним вирішенням та вирішенням за МСР. Загальні зауваження щодо застосування МВН з використанням гладких базисних функцій.

45 Апроксимація функцій з використанням кусочно- визначених базисних функцій.

46 Поняття скінченого елемента.

47 Особливості обчислювання інтегралів виважених нев'язок. Квазиортогональність матриць.

48 Найпростіші види локально- визначених базисних функцій в одно- та дво- вимірних випадках.

49 Апроксимація рішень та вимога гладкості.

50 Слабке формулювання та метод Галеркіна.

51 Приклад рішення одновимірного ДР теплопровідності із крайовими умовами першого роду.

52 Процедура ансамблювання системи рівнянь МСЕ.

53 Приклад рішення одновимірного ДР теплопровідності із змішаними крайовими умовами.

54 Приклад рішення системи ЗДР за методом МСЕ.

55 Приклади застосування скінчено- елементного підходу до аналізу технічних систем: ферменна конструкція, складні електричні сітки.

56 Приклад рішення задачі про розтяг стрижня.

57 Узагальнення МСЕ на дво- та три- вимірні випадки.

58 Найпростіші СЕ: трикутник, білінійний прямокутник, трикутна піраміда, трилінійний паралелепіпед.

59 Вирішення двомірної задачі із скалярною невідомою функцією на прикладі задачі теплопровідності.

60 Трикутні та прямокутні скінчені елементі.

61 Приклад рішення задачі теплопровідності з використанням трикутних та прямокутних СЕ.

62 Рішення задачі з векторною невідомою функцією на прикладі плоскої задачі теорії пружності з використанням трикутних скінчених елементів. Приклад рішення.

63 Порівняння використання МСР та МСЕ для вирішення ДР загального виду. Висновок, що МСР є різновидом МСЕ, що використовує в якості базисних функцій δ- функції Дірака.

64 Заключні зауваження щодо особливостей, недоліків, перевагах використання МСЕ.

65 Часткова дискретизація для крайових задач (метод прямих, метод Канторовича).

66 Приклад рішення двовимірного ДР крутіння стрижня прямокутного перерізу.

67 Приклад рішення нестаціонарної задачі теплопровідності з скінчено-елементною дискретизацією за просторовою координатою.

68 Процедури аналітичного вирішення систем ЗДР.

69 Процедури скінчено-елементного рішення за часом.

70 Рівняння першого порядку за часом. Найпростіші схеми дискретизації за часом: Ейлера, Кранка-Николсона, «різниця назад». Приклад рішення задачі.

71 Поняття (обчислювальної) стійкості схеми. Характеристики стійкості. Приклади аналізу стійкості схем.

72 Рішення рівнянь другого порядку. Стійкість тришарових схем.

73 Нелінійні нестаціонарні задачі.

74 Загальні зауваження до використання МСР до вирішення нестаціонарних задач.

75 Загальна схема дискретизації систем диференціальних рівнянь

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

1 Будувати апроксимації похідних скінченими різницями

2 Визначати похибку апроксимації скінченими різницями.

3 Будувати та вирішувати скінчено- різницеву систему алгебраїчних рівнянь з крайовими умовами першого роду за допомогою MathCAD (одновимірний випадок).

4 Будувати апроксимації часткових похідних скінченими різницями.

5 Будувати та вирішувати скінчено- різницеву систему алгебраїчних з крайовими умовами першого роду за допомогою MathCAD (двовимірний випадок).

6 Визначати коефіцієнти інтерполяції.

7 Визначати рішення одновимірного рівняння теплопровідності за методами колокацій та Гальоркіна.

8 Будувати скінчено елементні матриці для простих скінчених елементів.

9 Будувати рішення за МВН.

10 Вміти будувати схеми Ейлера, Кранка-Николсона, «різниця назад».

7.3 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати й захистити всі лабораторні завдання, розрахункову роботу та здати тестування. Знати основні концепції скінчених різниць, основи апроксимації та похибки, мати уявлення про змішане крайове умов, мати базові знання щодо нелінійних рівнянь, розуміти основи збіжності, знати основи інтерполяції та методу Фур'є.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі лабораторні завдання, виконати розрахункову роботу та здати тестування. Продемонструвати в цілому високий рівень теоретичної підготовки згідно навчального плану, вміння застосовувати отриманні знання в процесі аналізу поставленої проблеми тобто розуміти, як застосовуються скінчені різниці до одновимірних задач, мати чітке розуміння формул і похибки апроксимації, вміти вирішувати прості системи з крайовими умовами, вміти вирішувати системи з різними крайовими умовами, розуміти особливості багатовимірних задач, знати критерії та методи перевірки збіжності, вміти застосовувати екстраполяцію на практиці.

Відмінно (90-100). Безпомилково виконати й захистити всі лабораторні завдання, розрахункову роботу, здати модулі з максимальною кількістю балів. Досконально знати всі основні та додаткові теми та вміння застосувати теоретичний матеріал щодо вирішення практичної ситуації шляхом застосування отриманні знання в процесі аналізу поставленої проблеми, тобто вирішувати складні задачі з точними результатами, аналізувати та інтерпретувати рішення в контексті задачі, вирішувати складні багатовимірні задачі з МСР, аналізувати та оптимізувати апроксимації, вміти вирішувати задачі для складних геометрій. вирішувати складні нелінійні задачі з точними результатами, аналізувати збіжність наближення та його вплив на результати, аналізувати ефективність і точність методу екстраполяції, аналізувати ефективність апроксимації та точність і ефективність методів.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

8. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

9. Методичне забезпечення

1. Приклади використання методів, основні теоретичні положення та завдання для самостійного контролю у електронній формі та допоміжні матеріали надаються студентам на сервері кафедри.

10. Рекомендована література

Базова

1. Основи комп'ютерного моделювання: навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язєв, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. 2-е вид. стер. – К.: НАУ, 2019. – 492 с
2. Оптимізаційні методи та моделі: Методичні рекомендації до виконання практичних завдань з курсу «Оптимізаційні методи та моделі» / О. Подскребко, Я. Крисак. – Київ: НАУ, 2019. – 94 с.
3. Матвіїшина Н.В., Кондрат'єва Н.О. Інформаційне забезпечення статистичних досліджень : Методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Комп'ютерні науки» освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки». Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 50 с.
4. САПР об'єктів середовища. Навчально-методичний посібник / Гервас Ольга Геннадіївна. – Умань: Візаві, 2018. - 160 с.
5. Методи рішення математичних задач у середовищі Mathcad: Навчальний посібник з дисципліни «Інформатика і системологія» / Укл.:О. В. Соболенко, Л.М. Петречук, Ю.С. Іващенко, Є.Є. Єгорцева. – Дніпро: НМетАУ, 2020. – 60с.
6. Методи та засоби комп'ютерних обчислень. – Електронний навчальний посібник / Є. М. Крижановський, В.Б. Мокін, Г.В. Горячев, І.В. Варчук. – Вінниця : ВНТУ, 2016. –90 с.
7. Гороховатський В.О., Творошенко І.С. Методи інтелектуального аналізу та оброблення даних: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 92 с.

Допоміжна

1. Елементи теорії похибок (для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики, ОП «Системний аналіз»): Методичні розробки / Голубєва К.М., – Київ, 2020. – 22 с.
2. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів при виконанні лабораторних робіт із використання Mathcad з дисципліни «Інформаційні системи і технології у інженерії» для студентів напряму підготовки 131, 132, 274, 275 / І.В. Вернер, Т.О. Письменкова, В.Е. Дитюк – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 69 с.
3. Письменкова Т.О. Інформаційні системи і технології у інженерії: Навч. посібник / Т.О. Письменкова, А.О. Логінова, С.О. Федоряченко, О.В. Федоскіна, І.В. Вернер; Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2019. – 227 с.
4. Інформаційні технології: Системи комп'ютерної математики [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / І. В. Кравченко, В. І. Микитенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського . – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 243с.

11. Інформаційні ресурси

1. ДСТУ 3396.2-97 Захист інформації. Технічний захист інформації. Терміни та визначення Режим доступу: https://duikt.edu.ua/ua/lib/1/category/919/view/1045
2. Основи програмування Режим доступу: https://av.tib.eu/series/1500
3. БД Режим доступу: https://av.tib.eu/series/1487
4. Онлайн курси міжнародного проекту кафедри. Режим доступу: https: //av.tib.eu/publisher/Projekt__Open_Education_Resources_with_Ukraine_