



ОБЧИСЛЮВАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ДАНИХ В АЕРОКОСМІЧНІЙ ТЕХНІЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем (Aerospace and rocket systems engineering)</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів ЕКТС /120 годин, 36 год. лекцій, 36 год. практичних занять, 48 год. СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / поточний контроль, МКР</i>
Розклад занять	<i>Відповідно до http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Писарець Анна Валеріївна, anna.v@ukr.net Практичні: к.т.н., доцент, Писарець Анна Валеріївна</i>
Розміщення курсу	<i>платформа Sikorsky</i>

Програма навчальної дисципліни

Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета дисципліни: вивчення класичних і сучасних методів чисельного розв'язування задач алгебри, теорії наближень і диференціальних рівнянь, які застосовуються у інженерній практиці.

Предмет дисципліни: чисельні методи лінійної та нелінійної алгебри, наближення функцій, методи чисельного диференціювання та інтегрування, розв'язування звичайних диференціальних рівнянь і рівнянь у часткових похідних.

Компетентності, які студент отримає під час вивчення дисципліни:

- здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення при навчанні та у професійній діяльності (ФК 7);
- здатність застосовувати інтегральні технології комп'ютерного проектування та комп'ютерного моделювання авіаційних та ракетно-космічних систем і їх елементів (ФК 14).

Програмні результати навчання

- володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності (ПРН 14).

Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна викладається на основі застосування теоретичних знань та практичних навичок, які були отримані студентами раніше під час вивчення фундаментальних («Вища математика») та спеціальних («Інформаційні технології та загальні методи розробки прикладного програмного забезпечення») курсів.

Знання та вміння, отримані при вивченні цієї дисципліни, використовуються для опанування дисциплін професійної підготовки.

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Обчислювальне моделювання. Основні поняття.

Тема 1. Обчислювальне моделювання. Основні поняття.

Тема 2. Похибка результату чисельного розв'язання задачі.

Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Тема 1. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

Розділ 3. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь.

Тема 1. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь.

Розділ 4. Наближення функцій. Апроксимація, інтерполяція та екстраполяція.

Тема 1. Наближення функцій поліномами.

Тема 2. Апроксимація.

Розділ 5. Чисельне диференціювання та інтегрування функцій.

Тема 1. Чисельне диференціювання функцій.

Тема 2. Чисельне інтегрування функцій.

Розділ 6. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь.

Тема 1. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку.

Розділ 7. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь у часткових похідних.

Тема 1. Розв'язання диференціальних рівнянь у часткових похідних.

Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

- 1. Комп'ютерне моделювання процесів та систем. Чисельні методи: підручник / С. П. Вислоух, О. В. Волошко, Г. С. Тимчик, М. В. Філіппова. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 228 с.*
- 2. Чисельні методи в інформатиці / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 480 с.*
- 3. Лук'яненко С. О. Числові методи в інформатиці: навч. посіб. / С. О. Лук'яненко. – Вид. 2-ге, доп. та випр. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 160 с.*

Додаткова література

- 1. Петренко А. І. Обчислювальна математика / А. І. Петренко – Суми: ВМУРОЛ «Україна», 2002. – 212 с.*
- 2. Прокопенко Ю. В. Обчислювальна математика [текст]: навч. посіб. / Ю. В. Прокопенко, Д. Д. Татарчук, В. А. Казміренко. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 224 с.*
- 3. Задачин В. М. Чисельні методи : навчальний посібник / В. М. Задачин, І. Г. Конюшенко. – Х.: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 180 с.*
- 4. Лазарєв Ю. Ф. Моделювання на ЕОМ. Навчальний посібник. – К.: Політехніка, 2007. – 290 с.*

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для опанування дисципліни передбачено лекції і практичні заняття.

5.1. Лекції

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1-3	<p>Розділ 1. Обчислювальне моделювання. Основні поняття.</p> <p>Тема 1. Обчислювальне моделювання. Основні поняття.</p> <p>Етапи розв'язування інженерних задач на ЕОМ. Сутність чисельних методів. Характеристики чисельних методів. Математичні пакети.</p> <p>Тема 2. Похибка результату чисельного розв'язання задачі.</p> <p>Організація наближених обчислень.</p> <p>Джерела і види похибок. Збіжність чисельного методу. Запис чисел в ЕОМ. Абсолютна та відносна похибка. Форми запису даних. Обчислювальна похибка (заокруглення чисел, похибка суми та різниці, похибка добутку та частки, похибка обчислення довільної функції).</p> <p>Обчислення значень функцій.</p> <p>Обчислення значень поліномів. Схема Горнера. Обчислення елементарних функцій за допомогою рядів. Обчислення функцій за допомогою ланцюгового дробу.</p>
4-6	<p>Розділ 2. Методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.</p> <p>Тема 1. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.</p> <p>Прямі методи.</p> <p>Постановка задачі. Точні методи розв'язання систем лінійних рівнянь. Обчислення визначника і оберненої матриці методом гауссівських виключень. Метод прогону.</p> <p>Ітераційні методи.</p> <p>Метод простої ітерації. Перетворення лінійної системи до вигляду, придатного для ітерацій. Метод Зейделя. Обчислення оберненої матриці.</p> <p>Розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності.</p> <p>Постановка задачі. Види розріджених матриць. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності з розрідженими матрицями.</p>
7-8	<p>Розділ 3. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь.</p> <p>Тема 1. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь.</p> <p>Розв'язання нелінійних рівнянь з одним невідомим. Метод дихотомії. Метод хорд. Метод Ньютона. Розв'язування поліноміальних рівнянь.</p> <p>Розв'язання систем нелінійних рівнянь.</p> <p>Постановка задачі. Метод Ньютона. Метод простої ітерації.</p>
9-12	<p>Розділ 4. Наближення функцій. Апроксимація, інтерполяція та екстраполяція.</p> <p>Тема 1. Наближення функцій поліномами.</p> <p>Інтерполяція</p> <p>Постановка задачі наближення функції. Інтерполяція поліноміальна. Інтерполяція за Лагранжем, за Ньютоном, за Ермітом. Інтерполяція сплайнами.</p> <p>Тема 2. Апроксимація.</p> <p>Методи обробки експериментальних даних.</p> <p>Метод найменших квадратів. Знаходження наближувальної функції у вигляді лінійної функції і квадратичного полінома.</p> <p>Знаходження наближувальної функції у вигляді елементарних функцій. Апроксимація лінійною комбінацією функцій. Апроксимація функцією довільного вигляду. Поняття екстраполяції функцій.</p>
13-	<p>Розділ 5. Чисельне диференціювання та інтегрування функцій.</p>

14	<p>Тема 1. Чисельне диференціювання функцій. Апроксимація похідних. Похибка чисельного диференціювання. Наближене обчислення похідних за допомогою інтерполяційних поліномів. Наближене обчислення частинних похідних.</p> <p>Тема 2. Чисельне інтегрування функцій. Формули прямокутників і трапецій. Формула Сімпсона. Правило Рунге практичного оцінювання похибки. Метод Монте-Карло.</p>
15-16	<p>Розділ 6. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь.</p> <p>Тема 1. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку. Метод Ейлера. Модифікований метод Ейлера. Методи Рунге-Кутта. Метод Адамса. Чисельні методи розв'язування задачі Коші для системи диференціальних рівнянь першого порядку.</p>
17	<p>Розділ 7. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь у часткових похідних.</p> <p>Тема 1. Розв'язання диференціальних рівнянь у часткових похідних. Приклади рівнянь. Типи рівнянь. Чисельні методи розв'язання еліптичних рівнянь. Явні різницеві схеми. Розв'язання рівнянь методом Монте-Карло.</p>

5.2. Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять полягають у закріпленні теоретичних положень дисципліни і набутті умінь та досвіду їх практичного застосування.

№ з/п	Назва теми заняття
1	Організація наближених обчислень.
2	Середовище програмування MatLab. Робота в режимі калькулятора.
3	Дії з комплексними числами.
4	Дії з векторами.
5	Дії з матрицями.
6	Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.
7	Розв'язування нелінійних алгебраїчних рівнянь.
8-9	Основи графічної візуалізації розрахунків. Основи двовимірної графіки.
10	Чисельні методи наближення. Інтерполяція та апроксимація.
11	Методи обробки експериментальних даних.
12	Чисельне інтегрування та диференціювання функцій. Знаходження мінімумів функцій.
13	Чисельне інтегрування диференціальних рівнянь.
14-15	Розв'язання рівнянь у символічному вигляді.
16-17	Моделювання динамічних систем з використанням пакета Simulink.

Самостійна робота студента

6.1. При підготовці до лекції потрібно перечитати матеріали попередньої лекції.

6.2. Підготовка до практичного заняття передбачає роботу із конспектом за темою і розв'язання індивідуального завдання.

Самостійна робота студентів передбачає самостійний розгляд ними питань, які виникають при вивченні відповідних розділів курсу.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 годин, з яких 6 годин – на підготовку до заліку.

Таблиця розподілу часу на самостійну роботу студента

Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин на СРС
1	2
1. Підготовка до лекційних і практичних занять	38
2. Підготовка МКР	4
3. Підготовка до заліку	6
Всього	48

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- відвідування занять є обов'язковим;
- на практичних заняттях потрібно приймати активну участь у розв'язуванні задач;
- заохочувальні бали студент отримує за активну участь у навчальному процесі (розв'язування задач під час практичних занять, вчасно виконану модульну контрольну роботу).

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за виконання:

- 1) індивідуальних завдань на практичних заняттях;
- 2) модульної контрольної роботи.

Критерії нарахування балів

Практичне заняття оцінюється у 6 балів:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 6 – 5,4 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 5,3-4,5 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 3,5 бали;
- «незадовільно», пасивна робота – 0 балів;

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях становить $6 \text{ балів} \times 14 = 84 \text{ бали}$.

Модульна контрольна робота оцінюється у 16 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16 - 15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 14-12 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 11-10 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 6 \times 14 + 16 = 100 \text{ балів.}$$

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Умовою першої атестації є отримання не менш 22 балів. Умовою другої атестації – отримання не менш 45 балів.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: позитивна оцінка за виконання МКР, виконання не менш 60 % завдань практичних занять.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, виконують залікову контрольну роботу.

При цьому до балів за МКР додаються бали за контрольну роботу і ця оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з трьох питань різних розділів робочої програми і одного практичного питання.

Кожне питання оцінюється у 20 балів.

Система оцінювання питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 20 – 18 балів;*
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 17 – 15 балів;*
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 14 – 12 балів;*
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.*

Сума стартових балів і балів за залікову контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки відповідно до таблиці:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль наведено у додатку А.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент, Писарець Анна Валеріївна

Ухвалено кафедрою космічної інженерії (протокол № 15 від 07.06.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТ (протокол № 6 від 22.06.2023 року)

Питання курсу

Етапи розв'язування інженерних задач на ЕОМ.
Сутність чисельних методів.
Характеристики чисельних методів.
Математичні пакети.
Організація наближених обчислень.
Джерела і види похибок.
Збіжність чисельного методу.
Запис чисел в ЕОМ.
Абсолютна та відносна похибки.
Форми запису даних.
Обчислювальна похибка (заокруглення чисел, похибка суми та різниці, похибка добутку та частки, похибка обчислення довільної функції).
Обчислення значень функцій.
Обчислення значень поліномів.
Схема Горнера.
Обчислення елементарних функцій за допомогою рядів.
Обчислення функцій за допомогою ланцюгового дробу.
Розв'язання рівнянь з однією змінною. Постановка задачі.
Відокремлення коренів.
Метод половинного поділу.
Метод хорд.
Метод дотичних (метод Ньютона).
Комбінований метод хорд і дотичних.
Метод ітерації.
Оцінка похибки методу ітерації.
Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Прямі методи.
Точні методи розв'язання СЛАР.
Обчислення визначника і оберненої матриці методом гауссівських виключень.
Метод прогону.
Ітераційні методи.
Метод простої ітерації.
Зведення лінійної системи до вигляду, придатного для ітерацій.
Метод Зейделя.
Обчислення оберненої матриці.
Розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності.
Види розріджених матриць.
Методи розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності з розрідженими матрицями.
Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь з одним невідомим.
Метод дихотомії.
Метод хорд.
Метод Ньютона.
Розв'язування поліноміальних рівнянь.
Розв'язання систем нелінійних рівнянь.
Постановка задачі наближення функції.
Інтерполяція поліноміальна.
Інтерполяція за Лагранжем.
Інтерполяція за Ньютоном.
Інтерполяція за Ермітом.

Інтерполяція сплайнами.
Методи обробки експериментальних даних.
Метод найменших квадратів.
Знаходження наближувальної функції у вигляді лінійної функції і квадратичного полінома.
Знаходження наближувальної функції у вигляді елементарних функцій.
Апроксимація лінійною комбінацією функцій.
Апроксимація функцією довільного вигляду.
Поняття екстраполяції функцій.
Апроксимація похідних.
Похибка чисельного диференціювання.
Наближене обчислення похідних за допомогою інтерполяційних поліномів.
Наближене обчислення частинних похідних.
Формули прямокутників і трапецій.
Формула Сімпсона.
Правило Рунге практичного оцінювання похибки.
Метод Монте-Карло.
Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь.
Метод Ейлера.
Модифікований метод Ейлера.
Методи Рунге-Кутта.
Метод Адамса.
Чисельні методи розв'язування задачі Коші для системи диференціальних рівнянь першого порядку.
Розв'язання диференціальних рівнянь у часткових похідних.
Приклади рівнянь.
Типи рівнянь у часткових похідних.
Чисельні методи розв'язання еліптичних рівнянь.
Явні різницеві схеми.
Розв'язання рівнянь методом Монте-Карло.