Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра
математичної фізики
та диференціальних
рівнянь

НАБЛИЖЕНІ МЕТОДИ В ЗАДАЧАХ ІЗ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИМИ РІВНЯННЯМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	120 год./4 кредити (лекції – 36 год., практичні – 18 год., СРС – 66 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / Модульна контрольна робота, розрахункова робота, захист робіт з комп'ютерного практикуму
Розклад занять	Лекції/ практичні заняття/комп'ютерний практикум rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к. ф.-м. н., доцент, Кузьма Олександр Всеволодович, olekuz6@gmail.com Практичні: к. ф.-м. н., доцент, Кузьма Олександр Всеволодович, olekuz6@gmail.com http://intellect.kmf.kpi.ua/profile/kov209
Розміщення курсу	Сайт кафедри, інформаційні ресурси в бібліотеці

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Метою навчальної дисципліни є

- ознайомити студентів із важливими методами аналітичного та чисельного наближеного розв'язання задач Коші для звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) та деяких крайових задач для диференціальних рівнянь у частинних похідних (ДРЧП),
- показати студентам деякі аналітичні наближені методи, такі як асимптотичні методи типу малого параметру, зведення до спеціальних функцій, розкладання по ним для нелінійних ЗДР;
- навчити застосовувати методи Ейлера, Рунге-Кутта, підвищеної точності для розв'язання задачі Коші.
- надати поняття та вміння визначати порядки точності обчислень, причини виникнення похибок, розуміння про коректність моделі, стійкість та точність методів деяких методів розв'язування ЗДР та ДРЧП;
- знайомити з їх чисельною реалізацією за допомогою пакетів прикладних програм, включаючи від вбудованих математичних функцій MS XL, до математично орієнтованих програмних середовищ Mathcad, Mathematika, MATLAB та іншими;
- сприяти розвитку логічного та послідовного мислення студентів, виробленню аналітичного підходу до формулювання та розв'язування практичних проблем та вміння застосовувати наближені методи обчислення для розв'язання фахових задач, з використанням деяких з розглянутих у рамках спеціалізованих математичних пакетів, програмних продуктів, методів та алгоритмів.

Програмні компетентності:

Загальні:

1 ЗК1 [1] – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

2 ЗК3– Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;

3 ЗК8– Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел;

4 ЗК9– Здатність приймати обґрунтовані рішення;

5 ЗК12– Здатність працювати автономно;

6 ЗК16– Здатність адаптуватися і діяти в нових умовах, проявляти творчий підхід та ініціативу;

Фахові:

1. ФК1– Здатність формулювати проблеми математично та в символьній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
2. ФК5– Здатність до кількісного мислення;
3. ФК6 – Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем.
4. ФК7 – Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей.
5. ФК8– Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;

[1] шифр здатності, компетентності чи результату навчання згідно з ОПП.

6. ФК9 – Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм.

7. ФК10 – Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символьних розрахунків;

8. ФК14 – Здатність демонструвати математичну грамотність, послідовно пояснити іншим математичні теорії або їх складові частини, взаємозв'язок та відмінність між ними, навести приклади застосувань у природничих науках.

Програмні результати навчання:

1. РН4 – Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;

2. РН5 – Мати навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси;

3. РН6 – Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів;

4. РН7 – Пояснювати математичні концепції мовою, зрозумілою для нефахівців у галузі математики;

5. РН10 – Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями.

6. РН11– Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей;

7. РН12– Відшуковувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації.

В результаті вивчення освітнього компоненту здобувачі вищої освіти:

● знатимуть наближені методи розв'язування задачі Коші для нелінійних ЗДР, як аналітичного, асимптотичного характеру, так і чисельного;

● будуть знати алгоритми та вміти оцінити порядки точності методів Ейлера та Рунге-Кутта для ЗДР 1-го порядку, підвищеної точності, особливості застосування методів для рівнянь вищих порядків та їх систем;

● знати застосування методів інтерполяції при інтегруванні та для наближеного розв'язування ЗДР, а також при обробці отриманих даних;

● найпростіші чисельні методи для розв'язування ДРЧП, поняття про сіткові функції на схеми їх застосування;

● ознайомитися з практично важливим з аналітичним методом розкладання розв'язків по спеціальним функціям Бесселя, поліномам Лежандра крайовою задачею для ДРЧП Лапласа зі сферичними чи циліндричними границями при коливаннях у нестисливій рідині, або у полі потенціалу (гідродинаміка чи теорія потенціальних функцій) у відповідних координатах;

● розв'язувати тестові задачі як вказаними аналітичними методами, так і чисельними, за

допомогою пакетів прикладних програм, включаючи від вбудованих математичних функцій MS XL, до математично орієнтованих програмних середовищ Mathcad, Matematika, MATLAB та іншими, вміти порівняти та дослідити точність результатів, коректність задачі у цілому

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

Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з

- Математичного аналізу;
- Алгебри та аналітичної геометрії;
- Функціонального аналізу;
- Знання пакетів прикладних програм, елементи програмування;
- Диференціальних рівнянь (ЗДР);
- Мати поняття про деякі крайові задачі диференціальних рівнянь у частинних похідних (ДРЧП).

Запропонований курс є підґрунтям до вивчення курсів наближеного розв'язання інтегральних рівнянь, інших ДРЧП, нелінійних ЗДР, до математичної обробки даних, спеціальних функцій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Поняття про фізичне, математичне, комп'ютерне моделювання, чисельний експеримент. Деякі фізичні проблеми та процеси, що приводять до задачі Коші для ЗДР . Повторення класифікації цих рівнянь, випадки існування точних розв'язків. Основні типи похибок, природа похибок**,** відмінність точних та наближених розв'язків. Відмінність аналітичних та чисельних підходів. Постановки задачі наближенного розв'язування задачі Коші для диференціальних рівнянь, коректність. (3 год)

Тема 2. Чисельні методи наближеного розв'язування нелінійних ЗДР рівнянь (5 год).

Підхід скінченних різниць для чисельного інтегрування диференціальних рівнянь. Метод Ейлера, порядок точності. Метод Рунге-Кутта, порядок точності. Деякі інші чисельні методи для звичайних диф. рівнянь (ЗДР). Використання математичних пакетів для розв'язування відповідних задач Коші.

Тема3. Аналітичні наближені методи для задач Коші (4 год).

3.1. Поняття про асимптотичні методи малого параметру. Приклади вибору малого параметру. Метод усереднення за часом для квазілінійних ЗДР,

3.2.Застосування степеневих рядів та спеціальних функцій.

3.3. МКР за темами 1-3. (2 год.)

Тема 4. Деякі крайові задачі для ДРЧП та наближені чисельні методи їх розвзання (4год.)**.** Повторення основних типів. Зведення ДРЧП із умовами до задач Коші. Метод скінченних різниць. Деякі проекційні методи розв'язання крайових задач. Метод скінченних елементів розв'язання крайових задач.

Тема 5. Деякі аналітичні методи для крайових задач рівняння Лапласа.

5.1. Крайові задачі для фізичної моделі руху сферичного тіла при коливаннях у нестисливій (у стисливій – рівняння Гельгольца) рідині (гідродинаміка чи гідроакустика, розповсюдження УЗХ, теорія потенціальних функцій). Метод потенціалів.

5.2. Методи розкладання розв'язків по рядам спеціальних функцій Бесселя, поліномам Лежандра. Розв'язок для однієї сферичної чи двох границях у симетричному випадку через отримання та дослідження нескінченних алгебраїчних систем для коефіцієнтів. Випадки, коли нескінченні системи можуть бути розв'язані методом редукції.

Оцінки порядків точності на основі порівняння наближених методів та точних для тестових

задач.

5.3. МКР-2 (2 год.)

6.1. РР робота за усіма темами. Захист. Допуск до заліку.

6.2. Залік.

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Основна література

1. Прокопенко Ю. В., Татарчук Д. Д., Казміренко В. А. Обчислювальна математика: Навч. посіб. – К.: Видавництво «Політехніка», 2013. – 224 с.
2. Kuzma O./ The dynamic destruction aggregates in nano suspensions into rotary viscometer/ O. Kuzma – 2017 IEEE 7th International Conference Nanomaterials – 4 p.
3. Кузьма О. В., Яцюк В. Т. Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли. Основи теорії поля: навчально-методичний посібник / О. В.Кузьма, В. Т. Яцюк– К: НТУУ "КПІ", 2016. – 113 с. /Електронне видання, затверджене Радою ФМФ 24.06.16, протокол № 6. – Електроний ресурс; доступ: **http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16675**.
4. Ляшенко Б.М., Кривонос О.М., Вакалюк Т.А. Методи обчислень: навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. – Житомир: Вид-во ЖДУ, 2014. – 228 с.

4.2. Допоміжна література

5. Методи обчислень : підручник / І. А. Костюшко, Н. Д. Любашенко, В. В. Третиник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 243 с.
6. Kubenko V. D., A. V. Kuz'ma / Influence of the boundary of a column of incompressible liquid in investigating axisymmetric oscillations of a solid sphere in a cavity / V. D. Kubenko, A. V. Kuz'ma // Int. Appl. Mech. – 1999. – **35**, № 12. – P. 1199–1206.
7. Єщенко А. І. Основи програмування в математичному пакеті Mathcad /А.І. Єщенко, І.А. Єщенко. – Одеса: УДАЗ, 2000. – 285 с .
8. Лабораторні роботи та домашні завдання для самостійної роботи з дисципліни «Методи обчислень» для студентів мех.-мат. факультету. – К., 2006 – 32с.
9. Гаврилюк І. П., Макаров В. Л. Методи обчислень: Підручник: У 2ч.— К. і Вища шк., 1995.— Ч. 1. — 367 с.
10. Гаврилюк 1. П., Макаров В. Л. Методи обчислень: Підручник : У 2 ч.— К. : Вища шк., 1995. — Ч. 2. — 431 с.
11. Данилович В. Чисельні методи в задачах і вправах: Навч. посіб. — К.: ІСДО, 1995. — 248 с.
12. Кузьма .О.В., Яцюк В. Т. Застосування деяких спеціальних функцій при викладанні курсу вищої математики// Альманах науки. – 2019, № 27 (6) – С. 23-29
13. Методичні вказівки і завдання до лабораторних робіт з курсу вищої математики з використанням ПЕОМ для студентів усіх спеціальностей / Укл. 0.В.Кузьма, А.О.Тутаков. – К.: КПІ, 1992. – 56 с.

4.3. Інформаційні та інтернет-ресурси

14. http://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/03/asymptmethods.pdf
15. Диференціальні рівняння для інформатиків: підручник / Ф.Г. Гаращенко, В.Т. Матвієнко, І.І. Харченко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 352 с. http://csc.knu.ua/en/library/books/Differential.pdf
16. https://www.wolfram.com/mathematica/
17. http://mathcad.com.ua/down-math.php/
18. All PTC Mathcad Tutorials// Електронні посібники. - https://learningexchange.ptc.com/tutorials/by_sub_product/ptc-mathcad/sub_product_id:13
19. https://www.mathworks.com/help/matlab/

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Завдання та методичні рекомендації до виконання практичних робіт, питання до МКР, семестрового контролю та інші матеріали публікуються у кампусі та на сайті кафедри: https://mph.kpi.ua/.

Орієнтовні плани лекційних та практичних занять для денної форми навчання наведені нижче.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість лекційних годин	Кількість годин для практичних занять та комп'ютерного практикуму
1	Деякі фізичні проблеми та процеси, що приводять до задачі Коші для ЗДР . Відмінності фізичної, математичної, чисельної (комп’ютерної) моделі явища чи системи. Повторення класифікації ЗДР, випадки існування точних розв’язків, принцип суперпозиції. Основні типи похибок, природа похибок, відмінність точних та наближених розв’язків. Відмінність аналітичних та чисельних підходів. Постановки задачі наближенного розв’язування задачі Коші для диференціальних рівнянь, коректність.	2	3
2	Підхід скінченних різниць. Методи Ейлера, порядок точності. Метод Рунге-Кутта, порядок точності. Деякі інші чисельні методи для звичайних диф. рівнянь (ЗДР).	4	6
3	Поняття про асимптотичні методи малого параметру. Приклади вибору малого параметру. Метод усереднення за часом для квазілінійних ЗДР, Застосування степеневих рядів та спеціальних функцій. Функції і поліноми Лежандра, функції Бесселя різних родів.	4	6
4	МКР за темами 1-3.		2
5	Деякі крайові задачі для ДРЧП та наближені чисельні методи їх розвзання. Повторення основних типів. Зведення ДРЧП із умовами до задач Коші. Метод скінченних різниць. Деякі проекційні методи розв’язання крайових задач. Метод скінченних елементів розв’язання крайових задач.	4	6
6	Деякі аналітичні методи для крайових задач рівняння Лапласа. Крайові задачі для фізичної моделі руху сферичного тіла при коливаннях у нестисливій (у стисливій – рівняння Гельгольца) рідині (гідродинаміка чи гідроакустика, розповсюдження УЗХ, теорія потенціальних функцій). Метод потенціалів. Методи розкладання розв’язків по рядам спеціальних функцій Бесселя, поліномам Лежандра. Розв’язок для однієї сферичної чи двох границях у симетричному випадку через отримання та дослідження нескінченних алгебраїчних систем для коефіцієнтів. Оцінки порядків точності на основі порівняння	4	6

	наближених методів та точних для тестових задач.		
7	МКР-2 за усіма темами		2
8	РР 2 за усіма темами		6 (самостійна робота)
9	Залік		

Комп'ютерний практикум виконується у доступних математичних пакетах

6. Самостійна робота студента

До самостійної роботи студента відносяться поточні завдання для домашніх робіт, завдання РР, виконання завдань комп'ютерного практикуму, який роводиться у доступних математичних середовищах та пакетах. А також включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять;
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка презентацій, доповідей;
- підготовка до заліку.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв’язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести конспект лекцій. Важливим аспектом є самостійна робота. Вона містить читання літератури за темою, підготовку до занять, виконання домашніх робіт, підготовку та виконання МКР , підготовку та заліку.

Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється, але бажані. Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Крім того, на заняттях (в очній чи у дистанційній формі) студенти можуть отримати бали за відповіді, за захистит робіт.

Під час дистанційної форми навчання заняття проводятся у Zoom (чи у іншій конференц-платформі). Система оцінювання орієнтована на підтримку активності студентів, а також самостійне виконання завдань, які здатні розвинути їх практичні уміння та навички.

Правила поведінки на заняттях:

- активність студента на занятті означає розв'язування задач та відповіді на теоретичні питання коло дошки чи з місця;
- під час дистанційної форми навчання – у Zoom, бажано проводити запис відповідей;
- у Zoom перед МКР чи заліком необхідна також ідентифікація студентів;
- захист РР та інших завдань відбувається після представлення відповідних робіт у письмовому/електронному вигляді. Захист робіт включає в себе питання теоретичного характеру, згідно темі роботи;

● контрольна, розрахункова роботи, завдання практикумуму, які подаються на перевірку з порушенням терміну виконання, оцінюються із врахуванням штрафних балів;

● заохочувальні бали надаються за підготовку доповіді на конференцію, написанні під керівництвом викладача наукової роботи, розв'язування задач підвищенної складності, підготовку презентацій;

● передбачено перескладання модульних контрольних робіт (не більше двох раз). Обов'язково необхідно виконати роботу над помилками в РР та завданнях комп'ютерного практикуму, переробити невірні завдання, якщо такі помилки були;

● роботи, виконані не самостійно чи за допомогою онлайн-калькулятора, де не приводяться схеми розрахунків, програми чи обчислення у математичних середовищах та які автор не може пояснити, не зараховуються.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: https://kpi.ua/code

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	РР	Семестр. атест.
6	4	120	36	18	66	1	1	Залік

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (РСО) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf.

Поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий), МКР, РР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус https://campus.kpi.ua.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання РР та її захист, а також додаткові бали за підготовку презентацій, доповідей на конференції.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали складається з балів, які він отримує за:

- роботу на практичних заняттях;
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахункової роботи (РР).

Відповіді під час практичних занять

Ваговий бал 2

- якщо задача повністю розв’язана, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо відповідь правильна, але у розв’язку є неточності, то здобувач отримує 0,5 запланованих балів;
- доповнення відповіді, відповідь на усне питання – 0,25;
- якщо незадовільна відповідь, метод розв’язування задачі неправильний – 0 балів

Максимальний бал 5=1х3+0,25*8.

Модульна контрольна робота

МКР складається з тестових завдань

Оцінка виставляється шляхом перерахунку відсотка правильно виконаних завдань в рейтингові бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

МКР може бути розбита на дві частини, які виконуються після Теми 2 та Теми 4.

Максимальний бал 2*20= 40

Розрахункова робота

Ваговий бал 5

Розрахункова робота виконується і захищається частинами, що за змістом відповідають кожній темі, і складається з 6 завдань. Кожна частина РР здається в терміни, встановлені викладачем.

При виконанні менше 60% РР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.

Максимальний бал 5х6=30

Штрафні та заохочувальні бали

- несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання розрахункової роботи - 10 % балів
- заохочувальні бали за виконання творчих завдань, участь в конференціях і т. .п

Форма семестрового контролю – залік

Якщо виконано усі передбачені види робіт, то залік виставляється «автоматом» згідно рейтингу здобувача, з переведенням в оцінку за університетською шкалою. В разі недостатньої кількості балів або з метою підвищення рейтингу, дозволяється написання залікової роботи, за результатами якої здобувач отримує остаточний рейтинговий бал

Умови позитивної оцінки календарного контролю

Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

Поточний контроль: відповіді на практичних заняттях, експрес-опитування та тести, МКР, захист РР та завдань комп'ютерного практикуму.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для тих студентів, які протягом семестру не наберуть достатню кількість балів передбачено підсумкову контрольну роботу.

Розрахунок шкали рейтингу (R):

№ з/п	Контрольний захід оцінювання	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Активність на практичних заняттях	5	1	5	5

2.	Виконання ДЗ *	10	1	10	10
3.	МКР*	2*20	10	2	40
4.	Виконання та захист РР*, виконання та захист завдань комп'ютерного практикуму*	30	30	1	30+15
	Всього (макс.):				100

Критерії оцінювання кожного заходу розміщуються в кампусі, груповій пошті /або оголошуються перед контрольним заходом.

Умовою отримання заліку э виконання всіх основних пунктів усередньому не менше 60 %, та отримання більше 60 рейтингових балів.

*За невчасне виконання завдань частина балів знімається

** за рішенням кафедри та згодою студента замість заліку може під час дистанційного навчання застосовуватися формула перерахунку балів.

Обов'язкові умови отримання заліку		Критерій
1	Рейтинг	Не менше 60 балів
2	Експрес-контрольні та тести та МКР	Не менше 15 балів
3	Виконання та захист РР	Не менше 20 балів
4	Виконання та захист завдань комп'ютерного практикуму	Не менше 25 балів

Заохочувальні бали

Написання тез за тематикою навчальної дисципліни на внутрішній конференції студентських наукових робіт або інших заходах чи конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни).	15 балів
Написання статті або участь у міжнародних, всеукраїнських наукових конференціях	25 балів

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

9.1. У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom та освітньої платформи Moodle.

9.2. Приблизний перелік теоретичних питань курсу

Тема 1.

1. Наведіть приклади деяких фізичних систем чи процесів, що описуються задачі Коші для ЗДР.

2. Чим відрізняються лінійні та нелінійні ЗДР, для яких з них є загальні підходи до побудови точних аналітичних розв’язків?

3. Назвіть причини виникнення похибок, відмінність точних та наближених розв’язків.

4. Як класифікуються ЗДР, для якого типу рівнянь не працює принцип суперпозиції?

5. У чому відмінність наближених аналітичних та чисельних розв’язків? Наведіть приклади.

6. Що є коректною задачею?

7. Як пояснити, що таке стійкість методу?

8. У чому відмінності фізичної, математичної, чисельної (комп’ютерної) моделі явища чи системи? Які у них відмінності з ревльним об’єктом дослідження?

9. Які умови накладаються на вихідні дані для того, щоб обернена задача набула однозначності?

10. Що називають наближеним та точним розв´язком задачі Коші для диференціальних рівнянь?

Тема 2.

1. У чому полягає підхід скінченних різниць для ЗДР?

2. Методи Ейлера, порядок точності. У чому полягає підвищення точності для покращеного методу?

3. Сформулюйте задачу віднаходження розв´язку ЗДР та задачі із заданою точністю.

4. Етапи віднаходження розв´язку ЗДР 1 – го порядку, вищих порядків.

5. Метод Рунге-Кутта. Яка відмінність, який порядок точності?

6. Які ви знаєте методи підвищеної точності, порівнюючи з методом Рунге-Кутти.

7. У яких з математичних середовищ створені пакети програм для обчислення ЗДР? Які ви знаєте?

Тема 3.

1. Сформулюйте постановку задачі розкладення розв´язку ЗДР по степеням малого параметру ε.

2. Наведіть приклади малих параметрів.

3.Які методи називаються асимптотичними? Чому?

4. У чому полягає метод усереднення за часом?

5. Як використовуються степеневі ряди для отримання наближених розв´язків ЗДР?

6. Які спеціальні функції були отримані як розв´язків ЗДР у формі рядів?

7. Як визначається похибка наближення рядом?

Тема 4.

1. Чим задачі для ЗДР відрізняються від задач ДРЧП? Які представляють звичайно більшу складність при наближеному розв’язуванні?

2. Які основні типи ДРЧП?

3. Які типи крайових умов? Які основні системи координат використовуються для різних граничних поверхонь?

4. Що таке метод скінчених різниць? На чому побудований перехід від частинних похідних до скінченних різниць? У яких інтерполяційних поліномах вони використовуються?

5. Що таке сіткові функції? Чи залежить швидкість та точність обчислень від вибору сітки? Як?

6. Які проективні методи ви знаєте? У чому їх ідея?

7. В чому полягає метод скінченних елементів розв’язання крайових задач?

8. Які з перелічених методів дають більшу точність при однакових кроках розбиття?

9. Які з перелічених методів вимагають більшого обсягу обчислень?

Тема 5.

1. Яким ДРЧП описується рух ідеальної (нев’язкої) нестисливої рідини? Які умови для рідини приводять до цього рівняння? А які – до граничних умов?

2. До яких функцій приводить розв’язок рівняння у сферичних координатах?

3. До яких функцій приводить розв’язок рівняння у циліндричних координатах?

4. Які властивості поліномів Лежандра дозволяють отримати розв’язок крайової задачі для рівняння Лапласа за рядами цих спеціальних функцій? Які формули дозволяють обчислювати значення цих поліномів? Чим функції Лежандра відрізняються від поліномів?

5. Скільки родів функцій Бесселя ви знаєте?

6. До чого прямують на нескінченності звичайні та модифіковані функції Бесселя? Якщо збурення потенціялу швидкості руху зменшується із віддаллю, то які з цих функцій треба тоді використовувати?

7. До якої системи алгебраїчних рівнянь для коефіцієнтів зводиться підстановка рядів за поліномами Лежандра у умову на сферичній поверхні? Чому? Як і коли розв’язуються нескінченні системи алгебраїчних рівнянь?

8. Чим подібні задачі для потенціалу швидкості руху нестисливої нев’язкої рідини та задачі для потенціалу електростатичного поля?

9. Яка основна відмінність між аналітичними наближенними розв’язками та чисельними (на основі вирішених задач)? Як порівняти їх точності?

Онлайн-курси

Дистанційне навчання через проходження сторонніх онлайн-курсів за тематикою дисципліни допускається за умови погодження із викладачем. При пред’явленні сертифікату про проходження курсу та його програми студенту можуть бути зараховані бали за виконання певних поточних завдань. При цьому контрольні заходи з дисципліни виконуються на загальних підставах.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна може викладатися для усіх студентів з особливими освітніми потребами та задовільним знанням курсу шкільної математики. У випадку потреби завдання можуть бути скориговані.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь, кандидатом фіз.-мат. наук Кузьмою Олександром Всеволодовичем

Ухвалено кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 9 від 25.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 27.06.2025 р.)