

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико - технічних та комп'ютерних наук
Кафедра термоелектрики та медичної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Олег АНГЕЛЬСЬКИЙ

09 серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
Чисельні методи
(вибіркова)

Освітньо-професійна програма Прикладна фізика та наноматеріали

Спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Мова навчання Українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «**Чисельні методи**» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали» підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали галузі знань 10 Природничі науки, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 6 від «26» травня 2022 року).

Розробник:

Маник Орест Миколайович, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

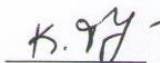
Викладач:

Маник Орест Миколайович, доцент, кандидат фізико-математичних наук, доцент.

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри термоелектрики та медичної фізики ННІФТКН ЧНУ імені Юрія Федьковича

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

В.о. завідувача кафедри

 Кобилянський Р.Р.

Схвалено методичною радою ННІФТКН

Протокол № 1 від 09 серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІФТКН

 Козярський І.П.

Пояснювальна записка

Мета навчальної дисципліни: надання студентам знань та навичок, необхідних при розв'язуванні задач оптимізації роботи термоелектричних приладів; розв'язуванні задач мікроскопічної теорії; побудові емпіричних формул та визначенні їх параметрів з експериментальних даних; розв'язуванні системи алгебраїчних і трансцендентних рівнянь в задачах комп'ютерного проектування, розв'язуванні рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь в задачах комп'ютерного моделювання.

Пререквізити. Для ефективного засвоєння даної дисципліни будуть корисні знання, отримані студентом з матеріалів курсів «Методи математичної фізики», «Основи векторного й тензорного аналізу» (знати основні операції векторного і тензорного аналізу та методи вирішення простих диференціальних рівнянь). У подальшому знання дисципліни будуть корисні для якісного засвоєння матеріалу з курсу «Комп'ютерне моделювання у прикладній фізиці» та «Мікроскопічна теорія явищ перетворення енергії».

Завдання вивчення навчальної дисципліни:

– вивчення методологічних засад розуміння методів чисельного розв'язування системи алгебраїчних і трансцендентних рівнянь, чисельних методів інтерполяції та екстраполяції, методів чисельного диференціювання та інтегрування, чисельних методів розв'язування рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь;

– підготовка фахівців, здатних математично формалізувати та моделювати конкретні процеси, правильно обирати наближений метод розв'язання проблеми, ефективно застосовувати чисельні методи розв'язання задачі з використанням спеціалізованих комп'ютерних систем.

Результати навчання

Відповідно до освітньо-професійної програми «Прикладна фізика та наноматеріали», вивчення дисципліни «Чисельні методи» сприяє формуванню у здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти таких *компетентностей*:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК6. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності (ФК)

ФК1. Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.

ФК4. Здатність брати участь у впровадженні результатів досліджень та розробок.

ФК5. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні:

знати: методи обчислення похибки; методи розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь; методи інтерполяції та екстраполяції; методи чисельного диференціювання та інтегрування; імовірнісні методи обчислень;

вміти: обчислювати похибки; розв'язувати алгебраїчні і трансцендентні рівняння; проводити інтерполяцію та екстраполяцію експериментальних даних; користуватись методами чисельного диференціювання та інтегрування; проводити розрахунки імовірнісними методами обчислень;

розуміти: особливості та специфіку чисельних методів в прикладній фізиці; причини, що зумовлюють необхідність використання чисельних методів в термоелектриці; характерні особливості чисельних методів в термоелектричному матеріалознавстві; специфіку обернених задач в термоелектриці.

Вивчення даної навчальної дисципліни забезпечує досягнення здобувачем наступних **програмних результатів навчання (ПРН)**:

ПРН1. Знати і розуміти фізичні властивості термоелектричних матеріалів та термоелектричних перетворювачів енергії в режимах охолодження, нагріву і генерування електричної енергії, а також особливості фізичних процесів і явищ в термоелектричних вимірювальних приладах.

ПРН2. Знати методи та засоби проектування оптимальних властивостей термоелектричних матеріалів та пристроїв на їх основі.

ПРН3. Мати теоретичні та практичні навички комп'ютерного моделювання функціональних матеріалів, перетворювачів енергії, теплових насосів, інформаційних та енергетичних систем.

Опис змісту робочої програми навчальної дисципліни

Загальна інформація про розподіл годин

Назва навчальної дисципліни Чисельні методи												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3	6	3.0	90	2	30	30	-	-	30	-	екзамен

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем навчальних занять	Кількість годин					
	денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Чисельні методи розв'язування рівнянь, системи рівнянь та методи визначення параметрів емпіричних формул						
Тема 1. Основні поняття про чисельні методи розв'язування математичних задач у прикладній фізиці	9	3	3	-	-	3
Тема 2. Чисельні методи розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь	12	4	4	-	-	4
Тема 3. Чисельні методи розв'язування алгебраїчних та трансцендентних рівнянь	12	4	4	-	-	4
Тема 4. Чисельні методи визначення параметрів емпіричних формул	12	4	4	-	-	4
Разом за ЗМ 1	45	15	15	-	-	15
Змістовий модуль 2. Чисельні методи інтерполяції та екстраполяції, диференціювання та інтегрування						
Тема 5. Чисельні методи інтерполяції та екстраполяції	12	4	4	-	-	4
Тема 6. Чисельні методи диференціювання. Чисельні методи інтегрування	12	4	4	-	-	4
Тема 7. Чисельні методи розв'язування рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь. Загальна характеристика ймовірностей методів обчислення випадкових величин. Метод Монте-Карло	12	4	4	-	-	4
Тема 8. Ланцюгові дробі	9	3	3	-	-	3
Разом за ЗМ 2	45	15	15	-	-	15
Усього годин	90	30	30	-	-	30

Тематика лекційних занять з переліком питань

№	Назва теми лекції
1.	Основні поняття про чисельні методи розв'язування математичних задач у прикладній фізиці
2.	Чисельні методи розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь
3.	Чисельні методи розв'язування алгебраїчних та трансцендентних рівнянь
4.	Чисельні методи визначення параметрів емпіричних формул
5.	Чисельні методи інтерполяції та екстраполяції
6.	Чисельні методи диференціювання
7.	Чисельні методи інтегрування
8.	Чисельні методи розв'язування рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь
9.	Загальна характеристика ймовірностей методів обчислення випадкових величин
10.	Метод Монте-Карло
11.	Ланцюгові дроби

Тематика практичних занять з переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1.	Загальна формула похибки. Розв'язування прикладів і задач на застосування методів теорії похибок в термоелектриці
2.	Застосування методу Гаусса для обчислення визначників та обернених матриць. Розв'язування задач на знаходження коренів системи лінійних алгебраїчних рівнянь
3.	Відокремлення коренів. Уточнення коренів. Метод Ньютона, метод лінійної інтерпретації (метод хорд), метод ітерацій. Розв'язування задач на застосування розглянутих методів в термоелектриці
4.	Застосування способів натягнутої нитки, вибраних точок та середнього для побудови емпіричних формул. Лінійне та квадратичне наближення. Наближення при допомозі показникової та степеневої функцій. Спосіб найменших квадратів
5.	Кінцеві різниці. Інтерполяційні формули Ньютона. Формули Бесселя, Лагранжа. Обернене інтерполювання. Приклади застосування інтерполяційних формул в термоелектриці
6.	Вивід формули чисельного диференціювання. Формули наближеного диференціювання на основі інтерполяційних формул Ньютона та Стерлінга. Чисельні методи знаходження екстремумів. Приклади застосування чисельних методів диференціювання в термоелектриці. Квадратурні формули. Приклади застосування чисельних методів в термоелектриці
7.	Метод сіток. Ітераційний метод. Розв'язування системи кінцево різницевої рівнянь та крайових задач. Приклади застосування чисельних методів розв'язування рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь в термоелектриці. Способи отримання випадкових чисел. Ідея методу Монте-Карло. Приклади застосування методу Монте-Карло в термоелектриці
8.	Властивості перетворень Лапласа. Основні операційні співвідношення. Лінійні диференціальні рівняння. Рівняння в частинних похідних. Задачі теплопровідності. Невласні інтеграли

Завдання для самостійної роботи студентів

№	Завдання для самостійної роботи (види роботи)
1.	Обернена задача теорії похибок. Поняття про імовірнісну оцінку похибки. Середні значення та середньоквадратичні відхилення. Довірчі інтервали
2.	Метод Ньютона для випадку комплексних коренів. Розв'язок систем за допомогою оберненої матриці. Виправлення елементів наближеної оберненої матриці
3.	Пошук мінімуму. Мінімум функцій багатьох змінних. Мінімум в обмеженій області. Мінімум функціоналу
4.	Чисельні методи інтегрування. Нестандартні формули. Розривні функції. Змінна границя інтегрування. Метод статистичних випробувань
5.	Чисельні методи розв'язування диференціальних рівнянь. Метод Рунге-Кутта. Метод Адамса. Крайові задачі. Метод стрільби

Контроль виконання завдань, винесених на самостійне опрацювання проводиться в рамках модульного контролю. Бали за цю роботу входять у загальну кількість балів за конкретний модуль.

Методи навчання

Методи навчання:

лекції: проблемний виклад, частково-пошукові та дослідницькі методи, презентації, бесіди і дискусії;

практичні заняття: репродуктивний метод, дослідницький метод;

самостійна робота студентів передбачає: конспектування лекційного матеріалу; вивчення теоретичного матеріалу лекційних занять та опрацювання літературних джерел, рекомендованих цією програмою; проведення розрахунків та підготовку звітів з практичних робіт.

Інтерактивні методи навчання: застосуванням електронних мультимедійних комплексів навчальних дисциплін та ресурсів, а також платформи для дистанційного навчання Moodle (<https://moodle.chnu.edu.ua>).

Форми навчальних занять: лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації.

Система контролю та оцінювання

Методи контролю

У процесі оцінювання навчальних досягнень застосовуємо методи усного і письмового контролю, зокрема такі **засоби оцінювання** та демонстрування результатів навчання:

- *засоби усного контролю:* індивідуальне опитування, фронтальне опитування, презентації результатів виконаних завдань;
- *засоби письмового контролю:* контрольні роботи, тестування, самостійні роботи, виконання практичних завдань;
- *засоби самоконтролю:* уміння самостійно оцінювати свої знання, самоаналіз.

У разі проведення навчального процесу та оцінювання у дистанційній формі використовуються засоби Moodle (у тому числі тестування; <https://moodle.chnu.edu.ua>).

Система оцінювання знань є накопичувальною (складається із суми балів за різними видами здійсненого контролю).

Форми контролю

Основними формами поточного контролю є:

- усні відповіді студентів;
- виконання тестових завдань з метою перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу за навчальними темами;
- усна відповідь студента при здачі практичної роботи;
- виконання модульної контрольної роботи (тестування та розв'язання навчально-професійних задач).

Зазначені форми контролю на лекційних та практичних заняттях є обов'язковими для всіх студентів.

Форма підсумкового контролю – екзамен.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю

Критеріями оцінювання навчальних досягнень студентів за результатами поточного контролю є:

- Знання теоретичного матеріалу
- Практичні навички
- Самостійність і критичне мислення
- Якість виконання завдань
- Активність на заняттях
- Дотримання термінів виконання завдань
- Академічна доброчесність

Розподіл балів, які отримують студенти за модулі

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1	Змістовий модуль №2		
T1, T2, T3, T4	T5, T6, T7, T8		
30	30	40	100

T1,T2, T3,T4,T5,T6,T7,T8 – теми змістових модулів.

Критерії підсумкового оцінювання результатів навчання студентів з навчальної дисципліни

Критерієм підсумкового оцінювання є досягнення студентом певних знань передбаченим результатом навчання, коли студент опанував теоретичними та практичними знаннями навчальної дисципліни.

На екзамен виносяться питання теоретичних знань і практичних навиків студентів з навчальної дисципліни. Екзаменаційні білети містять два теоретичних питання і одну практичну задачу.

Теоретичні питання (пункт 1 і 2 білетів) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 15 за наступними критеріями:

- ◆ **13-15 балів:** коли студентом дані правильні вичерпні відповіді на всі поставлені запитання, уміло застосовані теоретичні знання, висвітлені питання не за завченою схемою, а своїми словами, з глибоким розумінням переваг та недоліків різних чисельних методів.
- ◆ **9-12 балів:** коли студентом дані правильні відповіді на всі поставлені запитання, але відповіді не зовсім повні, в окремих випадках допущені незначні неточності у формулюванні закономірностей чи у записах аналітичних виразів, окремі моменти не дістали належного з'ясування.
- ◆ **6-8 балів:** коли відповідь студента правильна і становить більше половини матеріалу, що містять питання згідно програми, але присутні істотні помилки у поясненні основних чисельних методів.
- ◆ **0-5 балів:** коли не дано правильні відповіді на поставлені запитання, або відповіді надто поверхові, непослідовні і неточні, виявляють незнання студентом програмного матеріалу, містять грубі помилки, що свідчить про нерозуміння основних чисельних методів.

Практичне завдання (пункт 3 білетів, тобто задача) оцінюються максимальною кількістю балів рівною 10 за наступними критеріями:

- ◆ **10 балів** – Розв'язок повністю правильний, обґрунтований, оформлений логічно й структуровано. Виконані всі необхідні пояснення, формули застосовані коректно, числовий результат точний.
- ◆ **8–9 балів** – Загалом правильне розв'язання, але є незначні неточності (наприклад, арифметичні помилки або не дуже чітке обґрунтування деяких кроків). Вплив цих помилок на кінцевий результат мінімальний.
- ◆ **6–7 балів** – Основна ідея та метод розв'язку правильні, але є кілька помітних помилок у викладенні, обчисленнях або використанні формул. Відповідь може бути частково правильною.
- ◆ **4–5 балів** – Присутня спроба розв'язати задачу з правильним підходом, але є серйозні помилки або пропуски в розрахунках. Висновки не завжди обґрунтовані.
- ◆ **2–3 бали** – Невірний підхід або значні помилки у використанні фізичних законів. Відповідь неправильна, але є хоча б частково доречні спроби аналізу.
- ◆ **1 бал** – Слабка спроба розв'язання без розуміння суті задачі, випадкові або неправильні формули без логічного пояснення.
- ◆ **0 балів** – Відсутність розв'язку або відповідь не має жодного відношення до задачі.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Рейтингова оцінка з дисципліни	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Залік за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)	Зараховано
80-89	B	4 (добре)	
70-79	C	4 (добре)	
60-69	D	3 (задовільно)	
50-59	E	3 (задовільно)	
35-49	Fx	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	Не зараховано
1-34	F	2 (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання	

Критерії підсумкової оцінки як показника результатів вивчення навчальної дисципліни

Згідно шкали ЄКТС загальна кількість балів, яку студент може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів студент набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (екзамен).

Таким чином знання студентів оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки за такими критеріями:

«А» 90-100 балів ставиться у разі, якщо студент:	– постійно готувався до занять та згідно з програмою дисципліни; – глибоко та всебічно розкривав зміст питань; – показав уміння формулювати висновки, узагальнювати та аналізувати навчальний матеріал; – показав уміння вільно виконувати завдання; – переконливо та логічно викладав матеріал, проявляв творчий підхід до виконання практичних завдань; – належним чином виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю або допускав при усних відповідях та тестуванні окремі незначні неточності.
«В» 80-89 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – робив узагальнення та висновки з окремих питань; – виконав усі практичні роботи; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але недостатньо використовував додаткову літературу; – при усних відповідях не досить повно і аргументовано викладав матеріал, а при тестуванні мали місце окремі неточності; – не проявив творчий підхід до виконання індивідуальних завдань та наукових повідомлень.
«С» 70-79 балів ставиться у разі, якщо студент:	– розкривав згідно з програмою дисципліни зміст питань; – формулював висновки з окремих питань практичних занять; – брав участь у виконанні практичних завдань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності при усних відповідях, тестуванні; – не проявляв належної активності на лекційних та практичних заняттях, недостатньо використовував додаткову літературу; неохайно виконував

	завдання практичних робіт.
«D» 60-69 ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – формулював висновки з окремих питань; – виконував завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав окремі неточності; – не проявляв належної активності на практичних заняттях та старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував додаткову літературу, не належним чином виконав практичні завдання; – виконав не всі завдання для самостійної роботи, або не виконав хоча б одну практичну роботу.
«E» 50-59 балів ставиться у разі, якщо студент:	– відповідав на окремі питання, які обговорювалися; – виконував окремі завдання для самостійної роботи; – виконав завдання модульного контролю, але допускав неточності при усних відповідях (будуючи свою відповідь на звичайному повторенні навчального матеріалу без його осмислення), тестуванні; – не проявляв належної активності на практичних заняттях, старанності при виконанні завдань для самостійної роботи; – недостатньо використовував основну та додаткову літературу; – виконав не всі практичні роботи; – не належним чином виконував індивідуальні завдання.
«Fx» 35-49 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – частково виконав завдання для самостійної роботи; – не проявляв активності на практичних заняттях; – допускав принципові помилки під час виконання завдань; – не виконував практичні роботи; – не виконав завдання модульного контролю.
«F» 1-34 балів ставиться у разі, якщо студент:	– поверхнево розкривав зміст питань, які розглядалися; – допускав суттєві помилки при усних та письмових відповідях, тестуванні; – поверхнево ознайомився з рекомендованою літературою; – не виконав завдання для самостійної роботи; – не виконав практичне завдання; – на підсумковому занятті не вміє відтворити зміст окремих питань, передбачених програмою дисципліни; – не виконав завдання модульного контролю.

Перелік питань для самоконтролю та контролю навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

Питання для поточного контролю

Модуль 1

1. Дати оцінку чисельних методів та їх застосування для наближених обчислень в термоелектриці. Привести приклади.
2. Проаналізувати тему – наближені числа та дії над ними. Привести приклади.
3. Проаналізувати основні джерела похибок та методи їх розрахунку. Привести приклади.
4. Обґрунтувати десятковий запис наближених чисел; значущі цифри; число вірних знаків.
5. Дати оцінку округлення чисел. Привести теорему про зв'язок відносної похибки наближеного числа з кількістю вірних знаків цього числа та її наслідки. Привести приклади.
6. Проаналізувати загальну формулу похибки. Привести приклади розрахунку похибок.
7. Дати оцінку оберненій задачі теорії похибок. Привести приклади розрахунку точності визначення аргументу для функції, заданої таблицею.
8. Дати оцінку обчислення значень полінома за схемою Горнера. Привести приклади.
9. Дати оцінку обчислення значень показникової функції. Привести приклади розрахунку.

10. Дати оцінку обчислення значень гіперболічного синуса та гіперболічного косинуса. Привести приклади.
11. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення оберненої величини. Привести приклади.
12. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення квадратного кореня. Привести приклади.
13. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення кубічного кореня. Привести приклади.
14. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення кореня p -степеня. Привести приклади.
15. Проаналізувати формулу Ньютона для обчислення кореня p -степеня. Привести приклади.
16. Дати оцінку чисельного розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Розглянути методи відокремлення та уточнення коренів цих рівнянь. Привести приклади.
17. Проаналізувати графічний метод виділення коренів алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Привести приклади.
18. Проаналізувати аналітичні методи виділення коренів; теореми 1;2;3. Привести приклади їх використання в термoeлектриці.
19. Проаналізувати теореми про число коренів алгебраїчних рівнянь: теорема Гауса, теорема Безу; теорема Декарта та нерівність Маклорена. Привести приклади їх використання.
20. Дати оцінку методів уточнення коренів рівнянь. Проаналізувати метод половинного ділення. Привести приклади.
21. Дати оцінку методів уточнення коренів рівнянь. Проаналізувати спосіб пропорціональних частин, (метод хорд). Привести приклади.
22. Дати оцінку методів уточнення коренів рівнянь. Проаналізувати метод Ньютона (метод дотичних). Привести приклади.
23. Проаналізувати способи для визначення найбільшого і найменшого по абсолютній величині кореня алгебраїчного рівняння. Привести приклади.
24. Проаналізувати метод лінійної інтерполяції, або метод хорд (метод хибного положення) для знаходження простих коренів рівняння $f(x)=0$. Привести приклади.
25. Проаналізувати розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом виключення. Метод Гауса. Привести приклади.
26. Дати оцінку чисельних методів визначення параметрів емпіричних формул з експериментальних даних. Розглянути способи побудови емпіричних формул. Привести приклади.
27. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати спосіб натягнутої нитки та лінійне наближення вибраних точок. Привести приклади.
28. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати квадратичне наближення (спосіб натягнутої нитки, вибраних точок і середнього). Привести приклади.
29. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати наближення при допомозі показникової функції. Привести приклади.
30. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати наближення при допомозі степеневі функції. Привести приклади.

Модуль 2

1. Дати оцінку інтерполювання функції. Проаналізувати постановку задачі інтерполювання. Привести приклади її застосування.
2. Обґрунтувати метод кінцевих різниць. Скласти таблицю різниць. Привести приклади її застосування.
3. Дати оцінку кінцевих різниць різних порядків. Привести приклади їх застосування.
4. Отримати першу інтерполяційну формулу Ньютона. Привести приклади її використання.
5. Отримати другу інтерполяційну формулу Ньютона. Привести приклади її використання.
6. Дати оцінку центральних кінцевих різниць. Отримати інтерполяційні формули з центральними різницями. Привести приклади їх використання.
7. Проаналізувати інтерполяційні формули Гаусса, Бесселя, Еверетта. Привести приклади їх використання.
8. Обґрунтувати знаходження коренів рівнянь методом оберненого інтерполювання.

- Привести приклади використання цього методу.
9. Дати оцінку та отримати інтерполяційні формули з використанням розділених границь. Привести приклади їх використання.
 10. Проаналізувати методи чисельного диференціювання. Отримати формулу чисельного диференціювання. Привести приклади їх використання.
 11. Отримати формули чисельного диференціювання з використанням інтерполяційної формули Ньютона. Привести приклади їх використання.
 12. Отримати формули чисельного диференціювання з використанням другої інтерполяційної формули Ньютона. Привести приклади їх використання.
 13. Отримати формули чисельного диференціювання з використанням центральних кінцевих різниць. Привести приклади їх використання.
 14. Отримати формули чисельного диференціювання на основі формули Стірлінга. Привести приклади їх використання.
 15. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати формулу прямокутників. Привести приклади її застосування.
 16. Проаналізувати методи чисельного інтегрування. Отримати формулу трапецій. Привести приклади її застосування.
 17. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати формулу парабол. Привести приклади її застосування.
 18. Проаналізувати лему про площу криволінійної трапеції. Отримати формулу Сімпсона. Привести приклади її застосування.
 19. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати квадратурні формули. Привести приклади її застосування.
 20. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати кубатурні формули. Привести приклади їх застосування.
 21. Дати оцінку методів чисельного розв'язування рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь. Проаналізувати метод сіток. Привести приклади його застосування.
 22. Проаналізувати метод Монте-Карло. Привести приклади його застосування.
 23. Проаналізувати метод найменших квадратів. Дати оцінку його застосування для визначення параметрів емпіричних формул.
 24. Проаналізувати метод найменших квадратів. Отримати наближення у вигляді лінійної функції.
 25. Дати оцінку методу найменших квадратів. Розглянути випадок, коли наближуючи функція - квадратний тричлен.
 26. Обґрунтувати метод найменших квадратів для випадку показникової наближуючої функції. Привести приклади.
 27. Обґрунтувати метод найменших квадратів для випадку степеневі наближуючої функції.
 28. Обґрунтувати метод чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь (метод послідовних наближень та метод Рунне-Кутта). Привести приклади їх застосування.
 29. Дати оцінку методів чисельного розв'язування крайових задач. Проаналізувати метод прогонки. Привести приклади його застосування.
 30. Дати оцінку розділених різниць. Отримати інтерполяційні формули для нерівновіддалених значень аргументу. Привести приклади їх застосування.

Питання для підсумкового контролю

1. Дати оцінку чисельних методів та їх застосування для наближених обчислень в термоелектриці. Привести приклади.
2. Проаналізувати тему – наближені числа та дії над ними. Привести приклади.
3. Проаналізувати основні джерела похибок та методи їх розрахунку. Привести приклади.
4. Обґрунтувати десятковий запис наближених чисел; значущі цифри; число вірних знаків.
5. Дати оцінку округлення чисел. Привести теорему про зв'язок відносної похибки наближеного числа з кількістю вірних знаків цього числа та її наслідки. Привести приклади.
6. Проаналізувати загальну формулу похибки. Привести приклади розрахунку похибок.
7. Дати оцінку оберненій задачі теорії похибок. Привести приклади розрахунку точності

- визначення аргументу для функції, заданої таблицею.
8. Дати оцінку обчислення значень полінома за схемою Горнера. Привести приклади.
 9. Дати оцінку обчислення значень показникової функції. Привести приклади розрахунку.
 10. Дати оцінку обчислення значень гіперболічного синуса та гіперболічного косинуса. Привести приклади.
 11. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення оберненої величини. Привести приклади.
 12. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення квадратного кореня. Привести приклади.
 13. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення кубічного кореня. Привести приклади.
 14. Дати оцінку застосування методу ітерацій для наближеного обчислення кореня p -степеня. Привести приклади.
 15. Проаналізувати формулу Ньютона для обчислення кореня p -степеня. Привести приклади.
 16. Дати оцінку чисельного розв'язування алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Розглянути методи відокремлення та уточнення коренів цих рівнянь. Привести приклади.
 17. Проаналізувати графічний метод виділення коренів алгебраїчних і трансцендентних рівнянь. Привести приклади.
 18. Проаналізувати аналітичні методи виділення коренів; теореми 1;2;3. Привести приклади їх використання в термоелектриці.
 19. Проаналізувати теореми про число коренів алгебраїчних рівнянь: теорема Гауса, теорема Безу; теорема Декарта та нерівність Маклорена. Привести приклади їх використання.
 20. Дати оцінку методів уточнення коренів рівнянь. Проаналізувати метод половинного ділення. Привести приклади.
 21. Дати оцінку методів уточнення коренів рівнянь. Проаналізувати спосіб пропорціональних частин, (метод хорд). Привести приклади.
 22. Дати оцінку методів уточнення коренів рівнянь. Проаналізувати метод Ньютона (метод дотичних). Привести приклади.
 23. Проаналізувати способи для визначення найбільшого і найменшого по абсолютній величині кореня алгебраїчного рівняння. Привести приклади.
 24. Проаналізувати метод лінійної інтерполяції, або метод хорд (метод хибного положення) для знаходження простих коренів рівняння $f(x)=0$. Привести приклади.
 25. Проаналізувати розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь методом виключення. Метод Гауса. Привести приклади.
 26. Дати оцінку чисельних методів визначення параметрів емпіричних формул з експериментальних даних. Розглянути способи побудови емпіричних формул. Привести приклади.
 27. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати спосіб натягнутої нитки та лінійне наближення вибраних точок. Привести приклади.
 28. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати квадратичне наближення (спосіб натягнутої нитки, вибраних точок і середнього). Привести приклади.
 29. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати наближення при допомозі показникової функції. Привести приклади.
 30. Дати оцінку способів побудови емпіричних формул. Проаналізувати наближення при допомозі степеневі функції. Привести приклади.
 31. Дати оцінку інтерполювання функції. Проаналізувати постановку задачі інтерполювання. Привести приклади її застосування.
 32. Обґрунтувати метод кінцевих різниць. Скласти таблицю різниць. Привести приклади її застосування.
 33. Дати оцінку кінцевих різниць різних порядків. Привести приклади їх застосування.
 34. Отримати першу інтерполяційну формулу Ньютона. Привести приклади її використання.
 35. Отримати другу інтерполяційну формулу Ньютона. Привести приклади її використання.
 36. Дати оцінку центральних кінцевих різниць. Отримати інтерполяційні формули з центральними різницями. Привести приклади їх використання.
 37. Проаналізувати інтерполяційні формули Гаусса, Бесселя, Еверетта. Привести приклади їх використання.

38. Обґрунтувати знаходження коренів рівнянь методом оберненого інтерполювання. Привести приклади використання цього методу.
39. Дати оцінку та отримати інтерполяційні формули з використанням розділених границь. Привести приклади їх використання.
40. Проаналізувати методи чисельного диференціювання. Отримати формулу чисельного диференціювання. Привести приклади їх використання.
41. Отримати формули чисельного диференціювання з використанням інтерполяційної формули Ньютона. Привести приклади їх використання.
42. Отримати формули чисельного диференціювання з використанням другої інтерполяційної формули Ньютона. Привести приклади їх використання.
43. Отримати формули чисельного диференціювання з використанням центральних кінцевих різниць. Привести приклади їх використання.
44. Отримати формули чисельного диференціювання на основі формули Стірлінга. Привести приклади їх використання.
45. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати формулу прямокутників. Привести приклади її застосування.
46. Проаналізувати методи чисельного інтегрування. Отримати формулу трапецій. Привести приклади її застосування.
47. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати формулу парабол. Привести приклади її застосування.
48. Проаналізувати лему про площу криволінійної трапеції. Отримати формулу Сімпсона. Привести приклади її застосування.
49. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати квадратурні формули. Привести приклади її застосування.
50. Дати оцінку методів чисельного інтегрування. Отримати кубатурні формули. Привести приклади їх застосування.
51. Дати оцінку методів чисельного розв'язування рівнянь в частинних похідних та інтегральних рівнянь. Проаналізувати метод сіток. Привести приклади його застосування.
52. Проаналізувати метод Монте-Карло. Привести приклади його застосування.
53. Проаналізувати метод найменших квадратів. Дати оцінку його застосування для визначення параметрів емпіричних формул.
54. Проаналізувати метод найменших квадратів. Отримати наближення у вигляді лінійної функції.
55. Дати оцінку методу найменших квадратів. Розглянути випадок, коли наближуючи функція квадратний тричлен.
56. Обґрунтувати метод найменших квадратів для випадку показникової наближуючої функції. Привести приклади.
57. Обґрунтувати метод найменших квадратів для випадку степеневі наближуючої функції.
58. Обґрунтувати метод чисельного розв'язування звичайних диференціальних рівнянь (метод послідовних наближень та метод Рунне-Кутта). Привести приклади їх застосування.
59. Дати оцінку методів чисельного розв'язування крайових задач. Проаналізувати метод прогонки. Привести приклади його застосування.
60. Дати оцінку розділених різниць. Отримати інтерполяційні формули для нерівновіддалених значень аргументу. Привести приклади їх застосування.

Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол № 109 від 28 березня 2022 року) (<https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу.

Рекомендована література

Основна література

1. Чисельні методи у прикладній фізиці: Збірник задач. Видання II (доповнене) / укл. Маник О.М. – Чернівці: Чернівецьк. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. – 138 с.
2. Волонтир Л.О., Зелінська О.В., Потапова Н.А. Чисельні методи: Навч. посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 322 с.
3. Ярошенко О.І., Григорків М.В. Числові методи: Навч. посібник. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2018. – 172 с.
4. Дичка І.А., Онай М.В., Гадиняк Р.А. Чисельні методи. Розв'язання задач лінійної алгебри та нелінійних рівнянь. Лабораторний практикум: Навч. посібник. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 95 с.

Додаткова література

1. Ghaboussi J., Wu X.V. Numerical Methods in Computational Mechanics. – Taylor & Francis, 2020. – 313 p.
2. Surana K.S. Numerical Methods and Methods of Approximation in Science and Engineering. – Taylor & Francis, 2019. – 478 p.

Інформаційні ресурси

<https://moodle.chnu.edu.ua/enrol/index.php?id=1376>

Політика щодо академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

«Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» [etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf](#)

«Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» [polozhennya-pro-zapobihannia-plahiatu_2024.pdf](#)

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- 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);
- посилення на джерела інформації у разі використання не авторських ідей, розробок, тверджень, відомостей і т.п.;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної наукової діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

- академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;
- фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в наукових дослідженнях;
- фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються наукових досліджень.

За порушення академічної доброчесності здобувачі освіти можуть бути притягнені до такої академічної відповідальності:

- повторне проходження оцінювання (модульний контроль, іспит, залік тощо);
- повторне проходження відповідного освітнього компонента освітньої програми.