Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор

навчально-наукового інституту

комп’ютерної фізики та енергетики

_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА

“ 28 ” _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИФЕРЕНЦІЙНЕ ЧИСЛЕННЯ

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	Прикладна фізика енергетичних систем Комп’ютерна фізика
вид дисципліни	обов’язкова
ННІ	комп’ютерної фізики та енергетики

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

"28" серпня 2024 року, протокол № 8/24

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Леонов Олександр Сергійович, доцент кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Протокол від "28" серпня 2024 року, протокол № 8/24

Завідувач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

_____ Руслан СУХОВ
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Прикладна фізика енергетичних систем

Гарант освітньо-професійної програми (керівник проектної групи)

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) Комп'ютерна фізика

Гарант освітньо-професійної програми (керівник проектної групи)

_____ Світлана РОГОВА
(підпис)

Програму погоджено методичною комісією навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від "28" серпня 2024 року, протокол № 8/24

Голова методичної комісії навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Денис ПРОТЕКТОР
(підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Диференційне числення” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів

спеціальність:	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма:	«Прикладна фізика енергетичних систем», «Комп’ютерна фізика», «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є ознайомлення та засвоєння теоретичних положень курсу та оволодіння основними методами математичного аналізу.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни є закладання основ математичного апарату, зокрема, у першому семестрі, основами теорії границь та диференціального числення та формування у студентів навички володіння цим апаратом.

1.3. Кількість кредитів – 6

1.4. Загальна кількість годин – 180

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Нормативна
Вид кінцевого контролю – семестровий екзамен
Денна форма навчання
Рік підготовки
1-й
Семестр
1-й
Лекції
20 год.
Практичні, семінарські заняття
42 год.
Самостійна робота
118 год.

1.6. Заплановані результати навчання.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

знати: основні поняття, означення та теореми диференціального числення однієї змінної.

вміти: розв’язувати різні задачі із застосуванням методів теорії границь та теорії диференціального числення однієї змінної.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Вступ. Структура курсу “Диференційне числення”. Короткий огляд навчальної літератури за тематикою лекцій. Структура лекцій з математичного аналізу та особливості основних складових курсу, який пропонується.

Розділ 1. Мова математики, теорія границь, неперервність функцій.

Тема 1. Функції та методи елементарної математики.

Лінійні функції. Квадратичні функції. Розв’язок квадратних рівнянь. Розкладання многочлена на незвідні множники. Ділення многочленів. Метод інтервалів розв’язку нерівностей. Функція модуль. Показні, степеневі та логарифмічні функції. Тригонометричні функції.

Тема 2. Елементи математичної логіки та теорії множин.

Операції математичної логіки та їх властивості. Квантори. Множини, класифікатор. Основні відносини та операції над множинами та їх властивості. Аксіоматика множини дійсних чисел R: аксіоми поля, упорядкованість, повнота. Означення верхньої і нижньої та точної верхньої і точної нижньої грані множини, критерії супремума та інфімума. Проміжки в R, відкрити, замкнені множини, околи. Відносини між точкою та множиною (внутрішня, гранична, ізольована). Приклади. Відображення та функції, відповідності між множинами (ін'єкція, сюр'єкція та биєкція). Завдання функцій та операції над ними.

Тема 3. Теорія границь.

Визначення границі числової функції і послідовності. Одиничність границі. Критерій Коші існування границі. Теорема про часткові границі (зв'язок часткових границь із границею функції). Верхня і нижня границя. Визначення границі функції за Гейне і за Коші їх еквівалентність. Теорема про арифметичні дії із границями. Теорема Вейерштрасса про існування границі монотонної обмеженої послідовності її аналог для функцій. Перша та друга чудові границі, число *е,* та інші границі з ними пов'язані. Еквівалентності, що випливають із визначних границь. Символи асимптотичного порівняння, О-символіка. Правило Лопіталю. Асимптотичні розкладення 5-ти елементарних функцій за формулою Маклорена.

Тема 4. Неперервність функцій.

Визначення неперервності функції у точці і на множині. Класифікація точок розриву функції. Теорема про проміжне значення неперервної функції. Теорема про неперервність зворотної функції. Прямі і зворотні тригонометричні і гіперболічні функції. Теорема про неперервність елементарних функцій.

Розділ 2. Диференціальне числення та теореми пов’язані з диференційованими функціями.

Тема 1. Похідна та диференціал функції.

Визначення похідної функції в точці, її геометричний і фізичний зміст. Визначення диференціала функції. Його геометричний зміст. Правила диференціювання, похідна зворотної функції. Таблиця похідних.

Тема 2. Похідні та диференціали вищих порядків.

Визначення похідних та диференціалів порядку, більшому ніж перший. Правила їх обчислення. Формули обчислення $1^{\text{ої}}$ і $2^{\text{ої}}$ похідної зворотної функції. Формули обчислення $1^{\text{ої}}$ і $2^{\text{ої}}$

похідної функції, заданої параметрично. Формули обчислення $1^{\text{ої}}$ і $2^{\text{ої}}$ похідної складної функції. Формула $n^{\text{ої}}$ похідної для функцій: а) a^x; б) $\sin x$; в) $\cos x$; г) x^m $(m \in Z)$; д) $\ln x$; е) $\frac{1}{x}$. Формула Лейбниця для $(uv)^{(n)}$. Формула Лейбниця для $d^n(uv)$.

Тема 3. Основні теореми про диференційовані функції.

Локальні екстремуми функції. Теорема Ферма. Теорема Ролля. Теорема Лагранжа. Формула скінчених приростів. Теорема Коші. Теорема Дарбу.

Тема 4. Формула Тейлора та її застосування.

Формула Тейлора в околі $x_0 = 0$ із залишковим членом у формі Пеано та Лагранжа для функцій:: а) e^x; б) $\sin x$; в) $\cos x$;
г) $\ln(1 + x)$; д) $(1 + x)^\alpha$. Правило Лопіталя розкриття невизначеностей виду: а) $\frac{0}{0}$; б) $\frac{\infty}{\infty}$.

Розділ 3. Застосування диференціального числення до вивчення властивостей функцій та побудови графіків функцій.

Тема 1. Монотонність та екстремуми функцій.

Необхідна і достатня ознака строгої монотонності диференційованої функції. Необхідна умова экстремуму диференційованої функції. Достатня умова экстремуму диференційованої функції. Достатня умова экстремуму двічі диференційованої функції.

Тема 2. Опуклість функції та її асимптоти.

Достатні умови опуклості функції. Достатні умови перегину графіка функції. Необхідні і достатні умови існування у функції похилих асимптот. Основні типи невизначеностей.

Розділ 4. *Дослідження та побудова графіка функції.*
Тема 1. Дослідження та побудова графіка функції.
Схема дослідження для функції заданої явно. Схема дослідження для кривої заданої параметрично та у полярній системі координат.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	денна форма			
	усього	Лекції (год.)	Практ.занят. (год.)	Самостійна робота (год.)
Розділ 1. Мова математики, теорія границь, неперервність функцій.				
Тема 1. Функції та методи елементарної математики.	18	1	8	8
Тема 2. Елементи математичної логіки та теорії множин.	10	1	4	8
Тема 3. Границі.	30	2	6	16
Тема 4. Неперервність функцій.	20	2	4	8
Разом за розділом 1	78	6	22	40
Розділ 2. Диференціальне числення та теореми пов'язані з диференційованими функціями.				
Тема 1. Похідна та диференціал функції.	16	2	4	10
Тема 2. Похідні та диференціали вищих порядків.	16	2	4	10
Тема 3. Основні теореми про диференційовані функції.	16	2	2	8
Тема 4. Формула Тейлора та її застосування.	18	2	4	10
Разом за розділом 2	66	8	14	38
Розділ 3. Застосування диференціального числення до вивчення властивостей функцій та побудови графіків функцій.				
Тема 1. Монотонність та екстремуми функцій.	14	2	2	12
Тема 2. Опуклість функцій та їх асимптоти. Графіки функцій.	34	2	2	14
Разом за розділом 3	48	4	4	26
Розділ 4. Дослідження та побудова графіка функції.				
Тема 1. Дослідження та побудова графіка функції.	18	2	2	14
Разом за розділом 4	18	2	2	14
Усього годин	**180**	**20**	**42**	**118**

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми		Кількість годин
1	Функції та методи елементарної математики.		8
2	Елементи математичної логіки та теорії множин.		4
3	Теорія границь.		6
4	Неперервність функцій.		4
5	Похідна та диференціал функції.		4
6	Похідні та диференціали вищих порядків.		4
7	Основні теореми про диференційовані функції.		2
8	Формула Тейлора та її застосування.		4
9	Монотонність та екстремуми функцій.		2
10	Опуклість функцій та їх асимптоти. Графіки функцій.		2
11	Дослідження та побудова графіка функції.		2
	Разом	11	42

Розділ 1. Мова математики, теорія границь, неперервність функцій.

Тема 1. Функції та методи елементарної математики.

№1. Б1. Стр. 1. 1*, 2*, …, 11*.
№2. Б1. Стр. 2. 1*, 2*, 3*.

Тема 2. Елементи математичної логіки та теорії множин.

№1. Б1. Стр. 3. 1*, 2*, …, 11*.
№2. Б1. Стр. 4. 1*, 2*.

Тема 3. Теорія границь.

№1. Д. 389, 401*, , 407, 418*, 419, 420, 425*, 436, 446, 448, 457, 458, 466*, 503, 505, 507, 508, 519, 531, 532, 533, 561(а, б), 562, 563, 1324, 1325, 1349, 1398, 1399, 1400, 1401, 1402, 1406.1, 646, 651, 653, 655, 658.
Б1. Стр. 8,9. *, *.

Тема 4. Неперервність функцій.
Д. : 688, 689, 690, 692, 694, 700.
Б1. Стр. 8,9. 1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6.

Розділ 2. Диференціальне числення та теореми пов'язані з диференційованими функціями.

Тема 1. Похідна та диференціал функції.

Д. 846, 850, 854, 871, 881, 895, 985(а, б), 986(а, б, в, г), 999(а, б, в, г), 1036(а, б, в, г), 10(39,41,48,86,87,88,89,92,94), *, 1100(а, б).
Б1. Стр. 13. 1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 6*, 7*, 8*, 9*,10*, 11*,12*, 13*. Стр. 14. *.

Тема 2. Похідні та диференціали вищих порядків.

Д. 11(15,25,41,56,59,61,62,65,90).
Б1. Стр. 15. ***.**

Тема 3. Основні теореми про диференційовані функції.

Тема 4. Формула Тейлора та її застосування.

Б1. Стр 17,18. 1*, 2*, …, 13***.**

Розділ 3. Застосування диференціального числення до вивчення властивостей функцій та побудови графіків функцій.

Тема 1. Монотонність та екстремуми.

Тема 2. Опуклість функцій та їх асимптоти. Графіки функцій.

Д. 14(29, 32, 37, 45, 47, 52, 76, 79, *), 15(34, 35, 47)
Б1. Стр 18. *.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми		Кількість годин
1	Вивчити елементарні функції та їх властивості оволодіти методами елементарної математики.		8
2	Оволодіти елементами математичної логіки та теорії множин.		8
3	Оволодіти теорією границь.		16
4	Навчитися перевірки функцій на неперервність.		8
5	Оволодіти навичкою пошуку похідних та диференціалів функції.		10
6	Вивчити, як знаходити похідні та диференціали вищих порядків.		10
7	Навчитися ззастосуванню основних теорем про диференційовані функції.		8
8	Вивчити формулу Тейлора та оволодіти вмінням її застосувати.		10
9	Навчитися перевіряти на монотонність та екстремуми функцій.		12
10	Навчитися перевіряти опуклість функцій та знаходити їх асимптоти. Навчитися дослідженню та побудові графіків функцій, що задані явно.		14
11	Оволодіти алгоритмом дослідження та побудови графіка функції, ознайомитися із випадком що задана параметрично та у полярній системі.		14
	Разом	11	118

Розділ 1.

Тема 1. Функції та методи елементарної математики.

№1. Б1. Стр. 2. 1*, 2*, 3*,…,10*.

Тема 2. Елементи математичної логіки та теорії множин.

№1. Б1. Стр. 4,5. 1*, 2*, …, 11*.

Тема 3. Теорія границь.

№2. Д. 390, 391, 412, 416, 423,424.1, 437, 440, 461, 469, 474,475, 476, 484, 495, 499, 514, 523, 525.

№3. Д. 535, 540.1, 544, 545.3, 567, 571, 579, 650, 652, 656, 657,1320, 1326, 1331, 1332, 1333, 1354, 1363.3, 1404, 1405

Тема 3. Неперервність функцій.

№4. Д. 687, 702, 717, 720, 723, 725, 760, 762

Розділ 2.

Тема 1. Похідна та диференціал функції.

№5. Д. : 852, 855, 908, 911, 934, 979, 984, 1004, 1040,
1044, 1051, 1054, 1090, 1093, 1096(г, д), 1102, 1103, 1105.

Тема 2. Похідні та диференціали вищих порядків.
Тема 3. Основні теореми про диференційовані функції.

№ 6. Д. : 1114, 1119, 1122, 1126, 1128, 1132, 1133, 1142, 1144,
1148, 1157, 1158, 1164, 1166, 1169, 1173, 1189, 1203, 1207.

Тема 1. Формула Тейлора та її застосування.

№6. Д. 12(88, 89 в, г), 13(80, 84, 86, 94 в, г, 95, 97 в, г), 1410**.**

Розділ 3.

Тема 1. Монотонність та екстремуми.
Тема 2. Опуклість функцій та їх асимптоти. Графіки функцій.

№7. Д. 14(14, 19, 31, 38, 46, 53, 54, 62, 73, 77, 91, 97, 98), 15(07, 09.1, 31, 34, 36, 41, 47).

Розділ 4.

Тема 1. Дослідження та побудова графіка функції.
№8 В. 1(3, 4), 2(5,6), 3, 4(4 – 8), 7, 8, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 59, 60, 61, 62(1, 2), 64(1, 2), 68(1, 2), 71, 74.

Література:

Д: Демідовіч Б.Н. Збірка завдань і вправ по математичному аналізу (будь-яке видання)
Б1: М.Р. Бєляєв, «Методичні вказівки з курсу: Математичний аналіз. Перший семестр».
В.: Волковиський, Лунц, Араманович «Збірник завдань з теорії функцій комплексного змінного».
К. : Кудрявцев «Збірник завдань та вправ з математичного аналізу». Т.1, 2.

6. Індивідуальні завдання

Варіанти розрахункових робіт.

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, евристичний методи; метод проблемного викладення.

8. Методи контролю

Поточне тестування, контрольна робота, захист домашніх завдань, семестровий екзамен.

9. Схема нарахування балів

<table>
<tr><td colspan="10">Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання</td><td>Підсумковий екзамен</td><td>Сума</td></tr>
<tr><td colspan="4">Розділ 1</td><td colspan="4">Розділ 2</td><td colspan="2">Розділ 3</td><td>Розділ 4</td><td>Контрольна робота, передбачена навчальним планом</td><td>Разом</td><td rowspan="3">40</td><td rowspan="3">100</td></tr>
<tr><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т1</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>4</td><td>4</td><td>6</td><td>30</td><td>60</td></tr>
</table>

Т1, Т2 ... Т12 – теми розділів.

Критерії оцінювання з дисципліни

1. **Поточне оцінювання – 60 балів.**

Протягом семестру студент отримує бали за наступні види діяльності:
1. Аудиторна робота (лекції): 5 балів.
2. Аудиторна робота (на практичних заняттях): 10 балів.
3. Самостійна робота студента (домашні завдання) 15 балів.
4. Поточний контроль:
   - контрольна робота у двох частинах: 30 балів (15 задач по 2 бала + можливість отримати 6 додаткових білів).

Зазначені бали нараховуються за наступними критеріями:
1. Студент уважно слідкує за викладанням теоретичного матеріалу, веде повний конспект лекцій, аналізує та орієнтується у матеріалі (помічає помилки, задає змістовні питання, відповідає на питання лектора) – 5 балів. Якщо студент систематично запізнюється без поважної причини, не веде конспект лекцій відволікається або відволікає інших, не може відповісти на прості запитання стосовно матеріалу за яким має слідкувати, то з 5 балів стягуються бали пропорційно кількості зроблених зауважень, запізнень або пропуску матеріалу у конспекті продовж усього семестру.
2. Студент уважно слідкує за методами розв'язку задач, веде повний конспект практичних занять, аналізує та орієнтується у матеріалі (помічає помилки, задає змістовні питання, відповідає на питання викладача) – 5 балів. Якщо студент систематично запізнюється без поважної причини, не веде конспект практичних занять відволікається або відволікає інших, не може відповісти на прості запитання стосовно матеріалу за яким має слідкувати, то з 5 балів стягуються бали пропорційно кількості зроблених зауважень, запізнень або пропуску матеріалу у конспекті продовж усього семестру.

Ще 10 балів студент заробляє за розв'язок аудиторних задач протягом семестру (біля дошці або самостійно у зошиті).
3. Протягом семестру у якості самостійної роботи студент виконує 10 домашніх завдань за які отримує по 1 балу за кожне за умови виконання на 71-100%, 0,5 бала за 50-70% виконання, 0,25 бали за 21-50%, 0 за 0-20%.
4. У контрольний роботі кожне завдання оцінюється по 2 бали, окрім графіка та додаткового завдання (+3 бали). За кожну незначну неточність при правильному розв'язку задачі (помилки за неуважністю, наприклад забутий знак або арифметична помилка) знімається 10% від загальної кількості балів; за кожну суттєву помилку при правильному загальному розв'язку знімається 20%; за частковий розв'язок бали нараховуються пропорційно.
Якщо виявлено, що студент списував або писав не сам, використовував недозволені матеріали, йому ставиться 0 балів із поміткою академічне шахрайство.

Типовий варіант контрольної роботи:

Частина 1:

1. Обчислити границі:

а) $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{\sqrt{5+x}-2}{x+1}$, (2 бали);

б) $\lim\limits_{x\to -1}\dfrac{\cos(x+1)-1}{(x+1)\sin(\pi x)}$, (2 бали);

в) $\lim\limits_{x\to \infty}\left(\dfrac{2x-1}{2x-2}\right)^{2x+1}$, (2 бали);

г) $\lim\limits_{x\to \infty}\left(3^{1/x^3}-1\right)\left(x^{33}+x^{10}+11\right)^{1/11}$, (2 бали);

д) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{xe^x-(1-x)\sin x}{x^3}$, (2 бали).

2. Знайти головний член (еквівалентність найпростішого вигляду) для функції:

$(2-x)^{\frac{1}{x-1}}\cdot\left(1+\cos\pi x\right)$ коли $x\to 1$, (2 бали).

3. Знайти точки розриву, вказати їх характер і побудувати ескіз графіка:

$y=\dfrac{x-5}{x^2-4x-5}$ (2 бали).

Дод1: знайти точки розриву та вказати їх характер:

$y=\dfrac{e^{\cos x}-1}{x-\pi/2}\cdot 2^{-\frac{1}{\sin^2 x}}$ (*дод*. 3 бали).

Частина 2:

1. Знайти вказані похідні:

а) y'_x -? $y=\operatorname{arctg}\left(\varphi\left(x^2\right)+\psi^2\left(x\right)\right)-\left(\cos\left(2x-3\right)\right)^{-7}\cdot x^x$ (2 бали).

б) y'_x, y''_{x^2} -? $x=1-e^t$, $y=\dfrac{e^{2t}}{t}$ (2 бали).

в) y'_x, y''_{x^2} -? $x^2+y+\ln y=0$ (2 бали).

г) x'_y, x''_{y^2} -? $y=\sqrt{x}+\sin x$ (2 бали).

2. За допомогою формули Тейлора:

а) Розкласти $y = e^{-\sin x^2} - \cos^2 x, \quad x \to 0,$ до $o\left(x^5\right),$ (2 бали);

б) Оцінити абсолютну похибку наближення

$$\ln(1+x) \approx x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3},$$ якщо $x \in [0; \frac{1}{2}]$. (2 бали).

3. Знайти $y^{(20)}$, якщо $y = (x^2+4)\cdot 5^x$. (2 бали).

4. Дослідити та побудувати параметрично задану криву: $x = 1 - e^t$, $y = \frac{e^{2t}}{t}$, (2 балів+3 додаткові).

2. Заключне оцінювання – 40 балів за іспит

Типовий варіант екзаменаційного білета:

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

ННІ комп'ютерної фізики та енергетики
Спеціальність 105 прикладна фізика та наноматеріали
Семестр 1
Форма навчання денна
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень): бакалавр
Навчальна дисципліна: «**Диференційне числення**».

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 30

1. Визначення похідної функції в точці, її геометричний і фізичний зміст. Визначення диференціала функції. Його геометричний зміст. Диференційованість та існування похідної. Рівняння дотичної та нормалі. (8 балів)
2. Обчислити $\lim\limits_{x\to 0}\frac{e^x - e^{-x} - 2x}{x - \sin x}$. (8 балів)
3. Знайти $y'_x, y''_{x^2}, y'''_{x^3}$, якщо $x = 5\cos t, \quad y = 5\sin t$. (8 балів)
4. Знайти $\ln 1{,}3$ с точністю 10^{-2}. (8 балів)
5. Побудувати графік функції: $y = \frac{x^2}{2(x-1)}$. (8 балів)

Затверджено на засіданні кафедри інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах.
Протокол № ___ від " ___ " _____ 20__.

Завідувач кафедри _____ (Руслан СУХОВ)
підпис
Екзаменатор _____ (Олександр ЛЕОНОВ)
підпис

Схема нарахування балів на іспиті:
Екзаменаційний білет складається із 5 завдань, з них

- перше завдання - це теоретичне питання;
- з другого по п'яте завдання – це практичні задачі.

Кожне завдання оцінюються по 8 балів, які нараховуються за наступними критеріями.
За перше завдання (теоретичне питання): повне формулювання та запис основних означень, властивостей, формул, теорем стосовно змісту питання – 8 балів.

Бали на все питання розподіляються рівномірно. За відсутністю частини відповіді на питання, у тому числі приклада або доведення (якщо зазначені у питанні) бали знімаються пропорційно (відповідна частина від 8); неправильна відповідь на частину питання рахується як відсутня частина; за незначні помилки або неточності у відповіді знімається 1 бал.

За завдання з другого по п'яте (задачі): повний розв'язок та правильна відповідь – 8 балів.

За кожну незначну неточності при правильному розв'язку задачі (помилки за неуважністю, наприклад забутий знак або арифметична помилка) знімається 1 бал; за кожну суттєву помилку при правильному загальному розв'язку знімається 2 бала; за частковий розв'язок бали нараховуються пропорційно восьмим частинам розв'язку задачі (з шагом у 1 бал), наприклад, половина задачі – це 4 бала.

Якщо виявлено, що студент списував або писав не сам, використовував недозволені матеріали, йому ставиться 0 балів із поміткою академічне шахрайство.

Загальна схема нарахування балів
(за видами діяльності)

Аудиторна робота, самостійна робота, поточний контроль (розрахункова та контрольна роботи)	
Види діяльності	кількість балів
Аудиторна робота (лекції)	5
Аудиторна робота (на практичних заняттях)	10
Самостійна робота студента (домашні завдання)	15
Контрольна робота	30
Всього	60
Іспит	40
Сума	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. Рекомендована література

Методичне забезпечення. Опорні конспекти лекцій, варіанти контрольних завдань, комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни (у тому числі дистанційні, такі як, Zoom конференції, дистанційний курс Moodle, Telegram чаті); варіанти контрольних завдань.

Основна література

1. Леонов О.С., Гах А.Г. «Математичний аналіз. Теоретичні відомості, збірник задач із прикладами розв'язання у двох частинах. Частина 1», Навчальний посібник – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 153 с.
2. Грималюк П.П., Кухарчук М.М., Ясінський В.В. Вища математика: У 2 ч.: Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів за заг. ред. І.В. Скрипника. – К.: Віпол, 2004(ч.1–376с., ч.2 – 400с.).

Допоміжна література

1. Trench, William F. Introduction to real analysis / William F. Trench p. cm. ISBN 0-13-045786-8 1. Mathematical Analysis. I. Title. QA300.T667 2003 515-dc21 2002032369 Free Hyperlinked Edition 2.04 December 2013.
2. George Pedrick, A first course in analysis, Springer-Verlag (1994).
3. Walter Rudin, Principles of mathematical analysis, McGraw-Hill (1953)
4. Edwin Hewitt and Karl Stromberg, Real and Abstract Analysis, Springer-Verlag (1965).
5. Walter Rudin, Real and complex analysis McGraw-Hill (1970)

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

https://www.coursera.org/learn/introduction-to-calculus; https://www.coursera.org/learn/single-variable-calculus;
https://nebayduzhi-math.azurewebsites.net/
http://library.vspu.edu.ua/repozitarij/repozit/texti/navchalni/Matanaliz.pdf;
https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1895;
http://sites.znu.edu.ua/bank/public_files/2009/10/matanaliz/05_metod_SAM_rab.htm;
http://moodle.ipo.kpi.ua/moodle/course/view.php?id=65;
http://matphys.rpd.univ.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2016/12/posibnyk2014.pdf;
https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmib/8abramchuk_vstup_matemat_analizu_diferen_chislennya/page1.htm
http://www.mechmat.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/03/posibnyk_ilchenko.pdf