

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА  
Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**ДИФЕРЕНЦІЙНЕ ЧИСЛЕННЯ**

|   |   |
|---|---|
| рівень вищої освіти   | перший (бакалаврський)  |
| галузь знань  | 10 Природничі науки   |
| спеціальність   | 105 Прикладна фізика та наноматеріали   |
| освітня програма  | «Комп’ютерна фізика»<br>«Прикладна фізика енергетичних систем»<br>«Прикладна фізика нетрадиційної енергетики» |
| вид дисципліни  | обов’язкова   |
| навчально – науковий інститут комп’ютерної фізики та енергетики |   |

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченому радио навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики.

«26» серпня 2022 року, протокол № 8/22

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ**

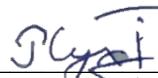
Рогова С.Ю., доцент кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Караєв А.О., старший викладач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах.

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

Протокол від «26» серпня 2022 року № 8/22

Завідувач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

  
Руслан СУХОВ  
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерна фізика».

Гарант освітньо-професійної програми «Комп'ютерна фізика»

  
Світлана РОГОВА  
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Прикладна фізика енергетичних систем».

Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна фізика енергетичних систем»

  
Руслан СУХОВ  
(підпис)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики».

Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики»

  
Ілля МАРУЩЕНКО  
(підпис)

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

Протокол від «26» серпня 2022 року № 8/22

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

  
Ольга ЛІСІНА  
(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**

| <b>Нормативна</b>  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Вид кінцевого контролю<br>(семестровий екзамен або<br>залік) | Семестровий екзамен                 |
| Денна форма навчання   | Заочна (дистанційна) форма навчання |
| <b>Рік підготовки</b>  |                                     |
| 1-й  | -й                                  |
| <b>Семестр</b>   |                                     |
| 1-й  | -й                                  |
| <b>Лекції</b>  |                                     |
| 32 год.  | год.                                |
| Практичні, семінарські заняття                               |                                     |
| 64 год.  | год.                                |
| <b>Лабораторні заняття</b>                                   |                                     |
|  | год.                                |
| <b>Самостійна робота</b>                                     |                                     |
| 84 год.  | год.                                |
| у тому числі індивідуальні завдання                          |                                     |
|  | год.                                |

### **1.6. Заплановані результати навчання**

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) 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.

## 1. 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  $\mathbb{R}$ : аксіоми поля, упорядкованість, повнота. Означення верхньої і нижньої та точної верхньої і точної нижньої грані множини, критерії супремума та інфімума. Проміжки в  $\mathbb{R}$ , відкрити, замкнені множини, околи. Відносини між точкою та множиною (внутрішня, гранична, ізольована). Приклади. Відображення та функції, відповідності між множинами (ін'єкція, сюр'єкція та бієкція). Завдання функцій та операції над ними.

*Тема 3. Теорія границь.*

Визначення границі числової функції і послідовності. Критерій Коші існування границі. Однічність границі. Теорема про часткові границі (зв'язок часткових границь із границею функції). Верхня і нижня границя. Визначення границі функції по Гейне і по 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  $e$ , 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<sup>ої</sup> і 2<sup>ої</sup> похідної зворотної функції. Формули обчислення 1<sup>ої</sup> і 2<sup>ої</sup> похідної функції, заданої параметрично. Формули обчислення 1<sup>ої</sup> і 2<sup>ої</sup> похідної складної функції. Формула  $\frac{d}{dx} [x^m] = mx^{m-1}$  похідної для функцій: а)  $a^x$ ; б)  $\sin x$ ; в)  $\cos x$ ; г)  $x^m$  ( $m \in \mathbb{Z}$ ); д)  $\ln x$ ;

*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

*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 екстремуму диференційованої функції. Достатня умова екстремуму диференційованої функції.  
Достатня умова екстремуму двічі диференційованої функції.

*Тема 2. Опуклість функції та її асимптоти.*

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

*Розділ 4. Дослідження та побудова графіка функцій.*

*Тема 1. Дослідження та побудова графіка функцій.*

Схема дослідження для функції заданої явно. Схема дослідження для кривої заданої параметрично та у полярній системі координат.

## 2. Структура навчальної дисципліни

| Назви розділів і тем  | Кількість годин |                  |                        |                             |
|---|-----------------|------------------|------------------------|-----------------------------|
|   | денна форма     |                  |                        |                             |
|   | усього          | Лекції<br>(год.) | Практ.занят.<br>(год.) | Самостійна робота<br>(год.) |
| <b>Розділ 1.</b> Мова математики, теорія границь, неперервність функцій.  |                 |                  |                        |                             |
| Тема 1. Функції та методи елементарної математики.  | 15              | 2                | 8                      | 5                           |
| Тема 2. Елементи математичної логіки та теорії множин.  | 10              | 2                | 4                      | 4                           |
| Тема 3. Границі.  | 24              | 4                | 10                     | 10                          |
| Тема 4. Неперервність функцій.  | 18              | 4                | 6                      | 8                           |
| Разом за розділом 1   | 67              | 12               | 28                     | 27                          |
| <b>Розділ 2.</b> Диференціальнечислення та теореми пов'язані з диференційованими функціями.                           |                 |                  |                        |                             |
| Тема 1. Похідна та диференціал функцій.   | 18              | 2                | 8                      | 8                           |
| Тема 2. Похідні та диференціали вищих порядків.   | 16              | 2                | 6                      | 8                           |
| Тема 3. Основні теореми про диференційовані функції.  | 10              | 4                | 2                      | 4                           |
| Тема 4. Формула Тейлора та її застосування.   | 16              | 2                | 6                      | 8                           |
| Разом за розділом 2   | 60              | 10               | 22                     | 28                          |
| <b>Розділ 3.</b> Застосування диференціальногочислення до вивчення властивостей функцій та побудови графіків функцій. |                 |                  |                        |                             |
| Тема 1. Монотонність та екстремуми функцій.   | 16              | 2                | 4                      | 10                          |
| Тема 2. Опуклість функцій та їх асимптоти. Графіки функцій.   | 18              | 4                | 5                      | 9                           |
| Разом за розділом 3   | 34              | 6                | 9                      | 19                          |
| <b>Розділ 4.</b> Дослідження та побудова графіка функцій.   |                 |                  |                        |                             |
| Тема 1. Дослідження та побудова графіка функцій.  | 19              | 4                | 5                      | 10                          |
| Разом за розділом 4   | 19              | 4                | 5                      | 10                          |
| <b>Усього годин</b>   | <b>180</b>      | <b>32</b>        | <b>64</b>              | <b>84</b>                   |

### 3. Теми практичних занять

| №<br>з/п | Назва теми  | Кількість<br>годин |
|----------|---|--------------------|
| 1        | Функції та методи елементарної математики.          | 8                  |
| 2        | Елементи математичної логіки та теорії множин.      | 4                  |
| 3        | Теорія границь.                                     | 10                 |
| 4        | Неперервність функцій.                              | 6                  |
| 5        | Похідна та диференціал функції.                     | 8                  |
| 6        | Похідні та диференціали вищих порядків.             | 6                  |
| 7        | Основні теореми про диференційовані функції.        | 2                  |
| 8        | Формула Тейлора та її застосування.                 | 6                  |
| 9        | Монотонність та екстремуми функцій.                 | 4                  |
| 10       | Опуклість функцій та їх асимптоти. Графіки функцій. | 5                  |
| 11       | Дослідження та побудова графіка функцій.            | 5                  |
|          | Разом   | 64                 |

### 4. Завдання для самостійної роботи

| №<br>з/п | Назва теми   | Кількість<br>годин |
|----------|--|--------------------|
| 1        | Вивчити елементарні функції та їх властивості оволодіти методами елементарної математики.  | 5                  |
| 2        | Оволодіти елементами математичної логіки та теорії множин.   | 4                  |
| 3        | Оволодіти теорією границь.   | 10                 |
| 4        | Навчитися перевірки функцій на неперервність.  | 8                  |
| 5        | Оволодіти навичкою пошуку похідних та диференціалів функції.   | 8                  |
| 6        | Вивчити, як знаходити похідні та диференціали вищих порядків.  | 8                  |
| 7        | Навчитися ззастосуванню основних теорем про диференційовані функції.   | 4                  |
| 8        | Вивчити формулу Тейлора та оволодіти вмінням її застосувати.   | 8                  |
| 9        | Навчитися перевіряти на монотонність та екстремуми функцій.  | 10                 |
| 10       | Навчитися перевіряти опуклість функцій та знаходити їх асимптоти. Навчитися дослідженю та побудові графіків функцій, що задані явно. | 9                  |
| 11       | Оволодіти алгоритмом дослідження та побудови графіка функцій, ознайомитися із випадком що задана параметрично та у полярній системі. | 10                 |
|          | Разом  | 84                 |

**5.****Індивідуальні завдання**

Варіанти розрахункових робіт.

**6. Методи навчання**

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

**7. Методи контролю**

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

**8. Схема нарахування балів**

| Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання |        |        |        |          |        |        |        |          |    |          | Pідсумковий екзамен                                 | Сума   |       |    |     |
|--|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|----|----------|---|--|-------|----|-----|
| Розділ 1   |        |        |        | Розділ 2 |        |        |        | Розділ 3 |    | Розділ 4 | Контрольна робота, передбачена на навчальним планом | Розрахунково-графічна робота, передбачена на навчальним планом | Разом | 40 | 100 |
| T<br>1   | T<br>2 | T<br>3 | T<br>4 | T<br>1   | T<br>2 | T<br>3 | T<br>4 | T1       | T2 | T1       |   |  |       |    |     |
| 2  | 2      | 2      | 2      | 2        | 2      | 2      | 2      | 4        | 4  | 6        | 20  | 10   | 60    |    |     |

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> ... T<sub>12</sub> – 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): 15 балів.
3. Самостійна робота студента (домашні завдання) 10 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 запізнюються 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 стягаються 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 запізнююється 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 стягаються 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 дощі 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 суттеву 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:

a)  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{5+x} - 2}{x+1}$ , (2 бали);

б)  $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{\cos(x+1) - 1}{(x+1)\sin(\pi x)}$ , (2 бали);  
 $\left( \frac{2x-1}{2x+1} \right)^{2x+1}$

в)  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left\lfloor \frac{1}{2x-2} \right\rfloor$ , (2 бали);

г)  $\lim_{x \rightarrow \infty} (3^{1/x^3} - 1)(x^{33} + x^{10} + 11)^{1/11}$ , (2 бали);

д)  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{xe^x - (1-x)\sin x}{x^3}$ , (2 бали).

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

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

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

$y = \frac{x-5}{x^2 - 4x - 5}$  (2 бали).

*Дод1:* знайти точки розриву та вказати їх характер:

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

*Частина 2:*

1. Знайти вказані похідні:  
 а)  $y'_x$ -?  $y = \arctg\left(\frac{\varphi(x)}{2} + \psi\left(\frac{x}{2}\right)\right) - (\cos(2x-3))_{-7} \cdot x$  (2 бали).

б)  $y'_x$ ,  $y'_{x^2}$ -?  $x = 1 - e^t$ ,  $y = \frac{e^{2t}}{t}$  (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  $y = e^{-\sin x^2} - \cos^2 x$ ,  $x \rightarrow 0$ , до  $o(x^5)$ , (2 бали);

б) Оцінити абсолютну похибку наближення

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

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

якщо

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

- 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)
- Обчислити  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - e^{-x} - 2x}{x - \sin x}$ . (8 балів)
- Знайти  $y'_x$ ,  $y'_{x^2}$ ,  $y'''_x$ , якщо  $x = 5 \cos t$ ,  $y = 5 \sin t$ . (8 балів)
- Знайти  $\ln 1,3$  с точністю  $10^{-2}$ . (8 балів)
- 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 \_\_\_\_\_ (Світлана РОГОВА)  
підпись

### **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)**

| <b>Аудиторна робота, самостійна робота, поточний контроль<br/>(розрахункова та контрольна роботи)</b> |                        |
|---|------------------------|
| <b>Види діяльності</b>  | <b>кількість балів</b> |
| 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**

|   |   |
|---|---|
| <b>Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру</b> | <b>Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання</b> |
| 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. В.Г. Зима, М.Р. Беляєв, «Неозначений та означений інтеграли: Підручник для фізиків та інженерів. Книга 1. Теоретичні відомості.» – К.: Майстер-клас, 2006. – 448 с.
3. В.Г. Зима, М.Р. Беляєв, «Неозначений та означений інтеграли: Підручник для фізиків та інженерів. Книга 2. Задачі, розв'язання, вказівки.» – К.: Майстер-клас, 2007. – 336с.

## Допоміжна література

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

