

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Математичний аналіз**

(повна назва дисципліни)

**для студентів**

галузь знань	10 Природничі науки (шифр і назва)
спеціальність	<b>105 Прикладна фізика та наноматеріали</b> (шифр і назва спеціальності)
освітній рівень	<b>бакалавр</b> (молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма	<b>Нанофізика та комп'ютерні технології</b> (назва освітньої програми)
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	<b>1-2</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>15.0</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладач:

Лозовський Валерій Зіновійович, завідувач кафедри теоретичних основ високих технологій  
Колежук Олексій Костянтинівич, професор кафедри теоретичних основ високих технологій  
Русінчук Наталя Миколаївна, асистент кафедри нанофізики конденсованих середовищ

Пролонговано: на 2021/2022 н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробники:

Лозовський Валерій Зіновійович, завідувач кафедри теоретичних основ високих технологій  
Колежук Олексій Костянтинович, професор кафедри теоретичних основ високих технологій  
Русінчук Наталя Миколаївна, асистент кафедри нанofізики конденсованих середовищ

ЗАТВЕРДЖЕНО

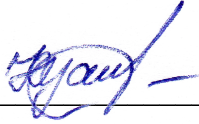
Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

 Лозовський В.З.

Протокол № 11 від «3» березня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «05» березня 2021 року №3

Голова науково-методичної комісії  Русінчук Н.М.

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – забезпечення майбутніх фахівців з нанofізики та комп'ютерних технологій необхідним математичним апаратом, формування у них базових математичних знань для розв'язування практичних задач зі сфери їх професійної діяльності; розвиток умінь аналітичного мислення та математичного формулювання прикладних задач з орієнтацією на проблеми фахової діяльності.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. Володіння знаннями та навичками, що отримуються під час викладання математики у шкільному курсі на рівні, достатньому для складання ЗНО.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Математичний аналіз» орієнтована на надання студентам знань з основних розділів вищої математики, що відповідають напряму їх фахової підготовки, формування таких умінь: самостійного опрацювання математичної літератури, здійснення дій з дійсними та комплексними числами, застосування диференціального числення для дослідження функцій, наближених обчислень; застосування інтегрального числення для розв'язування фахових задач; застосування функціональних рядів.

**4. Завдання (навчальні цілі):**

*Навчальні цілі дисципліни спрямовані на досягнення таких загальних та фахових компетентностей:*

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

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

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

ЗК9. Здатність працювати автономно.

ЗК13. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, уміннями, у тому числі в сфері, відмінної від професійної.

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.

**5. Результати навчання за дисципліною:**

**1 семестр**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумкові й оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні концепції математичного аналізу – функції та їх похідні, невизначені та визначені інтеграли.	Лекції	Колоквіум	15%
1.2	Знати методи досліджень функцій однієї та багатьох змінних.		Опитування на лекціях	5%
1.3	Знати методи обчислень невизначених та визначених інтегралів, в тому числі подвійних, потрійних та криволінійних.		Теоретичне питання на екзамені	20%



<b>Програмні результати навчання</b>								
ПР2. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.					+	+	+	+
ПР 14. Організувати результативну роботу індивідуально і як член команд					+	+	+	+

## 2 семестр

Результати навчання дисципліни	1.5	1.6	1.7	2.5	2.6	2.7	2.8
	<b>Програмні результати навчання</b>						
ПР2. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.	+	+	+	+	+	+	+
ПР4. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.				+	+	+	+
ПРН 8 Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.				+	+	+	+
ПР 14. Організувати результативну роботу індивідуально і як член команд					+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### 1 семестр:

##### - семестрове оцінювання:

1. Колоквіум: РН 1.1-1.4 - 15 балів/10 балів.
  2. Робота на практичних заняттях: РН 2.1-2.4 – 40 балів/26 балів.
  3. Опитування під час лекцій: 5 балів/ 0 балів.
- Усього: 60 балів/36 балів.

##### - підсумкове оцінювання: *екзамен.*

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом - 40 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів (рекомендований мінімум - 36 балів). Студент допускається до екзамену за умови виконання всіх контрольних та лабораторних.

Під час екзамену студент отримує білет із двома теоретичними питаннями та двома задачами для їх розв'язання. На підготовку до усної відповіді та розв'язання задач студенти мають три години. Відповіді на запитання мають на меті перевірку РН 1.1-1.4 та оцінюються у 20 балів. Розв'язання задач передбачає перевірку опанування студентом РН та оцінюється кожна у 10 балів.

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	36	60
Екзамен	24	40
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

#### 2 семестр:

##### - семестрове оцінювання:

1. Колоквіум: РН 1.5-1.7 - 15 балів/10 балів.
  2. Робота на практичних заняттях: РН 2.5-2.8 – 40 балів/26 балів.
  3. Опитування під час лекцій: 5 балів/ 0 балів.
- Усього: 60 балів/36 балів.

##### - підсумкове оцінювання: *екзамен.*

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом - 40 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів (рекомендований мінімум - 36 балів). Студент допускається до екзамену за умови виконання всіх контрольних та лабораторних.

Під час екзамену студент отримує білет із двома теоретичними питаннями та двома задачами для їх розв'язання. На підготовку до усної відповіді та розв'язання задач студенти мають три години. Відповіді на запитання мають на меті перевірку РН 1.5-1.7 та оцінюються у 20 балів. Розв'язання задач передбачає перевірку опанування студентом РН та оцінюється кожна у 10 балів.

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	36	60
Екзамен	24	40
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

## **7.2 Організація оцінювання:**

*Під час проведення лекцій студентам ставляться запитання, які оцінюються 1-2 бали. Протягом семестру кожен студент за правильні відповіді, дані під час лекцій, може отримати від 0 до 5 балів.*

*У кінці семестру на передостанній лекції проводиться усний колоквіум на знання теоретичного матеріалу семестру. Результати опитування студенти дізнаються у той самий день.*

*Протягом семестру студенти розв'язують практичні завдання та пишуть самостійні роботи на практичних заняттях, за результатами чого отримують 40 балів.*

*Для студентів, які упродовж семестру не досягли мінімального рубіжного рівня оцінки у 20 балів (рекомендований мінімум 36 балів), для одержання допуску до екзамену обов'язковим є перескладання колоквіуму та самостійних практичних робіт. Допускається два перескладання протягом семестру. Якщо студент не може перескласти контролі на необхідний мінімальний бал, то він не допускається до екзамену.*

## **7.3 Шкала відповідності оцінок**

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять 1 семестр

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
1	<i>Функції, границі, неперервність.</i> Функція однієї дійсної змінної. Основні елементарні функції та їх властивості. Границя числової послідовності. Ознаки збіжності числової послідовності. Число $e$ . Границя функції. Нескінченно малі і нескінченно великі величини. Дві «чудові границі». Неперервність функції. Точки розриву функції. Невизначеності вигляду $\infty/\infty$ , $0/0$ ; правило Лопіталя	6	4	10
2	<i>Похідні.</i> Диференціювання функції однієї дійсної змінної. Швидкості зміни і похідні. Перша та друга похідні, їх геометричні та фізичні інтерпретації. Правила диференціювання (похідна добутку, частки, складеної функції).	2	2	8
3	<i>Похідні вищих порядків.</i> Диференціал функції. Використання похідних для аналізу поведінки функції однієї змінної (визначення асимптот, точок локального екстремуму, точок перегину, областей монотонності і сталої кривизни).	4	4	10
4	<i>Ряди Тейлора та Макларена.</i> Розкладення елементарних функцій в ряди Макларена	2	2	6
5	<i>Функції багатьох змінних.</i> Основні поняття про функції багатьох змінних. Означення функції багатьох змінних. Функція двох змінних та її графічне зображення. Частинні похідні функції багатьох змінних. Геометричний смисл частинних похідних	4	4	8
6	Повний приріст та повний диференціал функції багатьох змінних. Частинні похідні вищих порядків функції багатьох змінних. Розкладання в ряд Тейлора функції багатьох змінних. Екстремум функції багатьох змінних. Необхідні та достатні умови екстремуму функції багатьох змінних. Умовний екстремум функції багатьох змінних	4	4	14
7	<i>Невизначений інтеграл.</i> Первісна функція та невизначений інтеграл. Основні властивості невизначеного інтеграла. Методи обчислення інтегралів. Інтегрування раціональних дробів. Інтегрування тригонометричних функцій. Інтегрування деяких ірраціональних функцій	4	4	8
8	<i>Визначений інтеграл.</i> Задачі, що приводять до поняття визначеного інтеграла. Визначений інтеграл, як границя інтегральних сум. Основні властивості визначеного інтеграла. Геометричний смисл визначеного інтеграла. Зв'язок невизначеного і визначеного інтегралів. Формула Ньютона-Лейбніца. Методи обчислення визначеного інтеграла. Наближене обчислення визначених інтегралів. Застосування визначених інтегралів.	4	4	8
9	<i>Невласні інтеграли.</i> Інтеграл з нескінченними межами інтегрування. Інтеграл від розривної функції	4	4	8
10	<i>Подвійний інтеграл.</i> Поняття про подвійний інтеграл. Повторний інтеграл. Перехід від подвійного до повторного. Інтеграл Ейлера-Пуассона	6	6	12
11	<i>Потрійний інтеграл.</i> Поняття про потрійний інтеграл. Властивості потрійного інтеграла. Обчислення потрійного зведенням до обчислення повторних інтегралів. Заміна змінних у потрійному інтегралі. Деякі застосування потрійного інтеграла. Обчислення об'ємів. Обчислення маси тіла.	6	6	10



12	<i>Криволінійні інтеграли.</i> Криволінійний інтеграл першого роду. Визначення та властивості. Обчислення криво-лінійного інтеграла першого роду. Геометричний та фізичний зміст криволінійного інтегралу першого роду. Криволінійний інтеграл 2-го роду. Визначення та властивості. Інтеграли по замкненому контуру. Формула Гріна.	6	6	8
13	Модульна контрольна робота 1		1	
14	Модульна контрольна робота 2		1	
15	Числові ряди. Основні поняття. Збіжність рядів. Властивості рядів, що збігаються. Ознаки збіжності рядів.	6	6	12
16	Функціональні ряди. Степеневі ряди. Ряд Тейлора. Розкладання в ряд Тейлора основних алгебраїчних функцій. Формули Ейлера. Логарифмічний ряд. Формула Стирлінга. Біноміальний ряд. Наближені обчислення за допомогою рядів.	10	8	16
17	Ряд Фур'є. Фур'є розкладання функцій, властивості та застосування.	4	4	12
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>72</b>	<b>70</b>	<b>158</b>

**Загальний обсяг 300 год., в тому числі:**

Лекцій – **72 год.**

Практичні заняття - **70 год.**

Самостійна робота - **158 год.**

## 2 семестр

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
<b>ЗМ3: Основи комплексного аналізу</b>				
1	<i>Комплексні числа: основні поняття.</i> Декартове і полярне представлення комплексного числа. Основні дії з комплексними числами. Елементарні функції комплексної змінної. Багатозначні функції комплексної змінної, розрізи.	2	1	4
2	<i>Аналітичні функції.</i> Границя функції комплексної змінної, неперервність функції. Похідна функції комплексної змінної. Геометричний зміст модуля і аргументу похідної функції комплексної змінної. Поняття аналітичності, умови Коші-Рімана. Порушення аналітичності на розрізах та в окремих точках.	2	2	4
3	<i>Конформні відображення.</i> Конформні відображення 1-го і 2-го родів. Приклади конформних відображень.	2	1	4
4	<i>Інтегрування функцій комплексної змінної.</i> Невизначений і визначений інтеграл функції комплексної змінної. Зв'язок інтегралів функцій комплексної змінної з криволінійними інтегралами. Теорема Коші для одно- і багатозв'язних областей. Інтегральна формула Коші.	4	2	4
5	<i>Розклад аналітичних функцій в степеневі ряди.</i> Ряд Тейлора і його радіус збіжності. Ряд Лорана.	2	1	4
6	<i>Особливі точки і лишки.</i> Класифікація особливих точок функції комплексної змінної. Лишок аналітичної функції в ізольованій особливій точці, у нескінченно віддаленій точці. Формули для обчислення лишків в полюсі n-го порядку та в нескінченно віддаленій точці. Основна теорема теорії лишків.	2	1	6
7	<i>Обчислення визначених інтегралів функцій дійсної змінної методами теорії лишків.</i>	6	2	6
8	<i>Обчислення нескінченних сум за допомогою теорії лишків.</i>	2	2	4
9	<i>Інтегральні перетворення.</i> Перетворення Фур'є і Лапласа, їхні основні властивості. Застосування інтегральних перетворень для розв'язання диференціальних рівнянь.	4	2	6
	Модульна контрольна робота 3		1	
<b>ЗМ4: Основи векторного аналізу</b>				
1	<i>Векторна алгебра.</i> Вектори та скаляри. Основні операції над векторами. Зміна ортонормованого базису, матриця перетворення. Перетворення компонент вектора при зміні базису. Псевдовектори і псевдоскаляри.	2	2	4
2	<i>Тензори.</i> Тензор проектування. Закон перетворення компонент тензора при зміні базису. Тензорний добуток векторів. Симетричні та антисиметричні тензори. Основні операції над тензорами. Псевдотензори. Тензор Леві-Чівіта.	2	2	4
3	<i>Тензори другого рангу.</i> Власні вектори та головні значення довільного тензора другого рангу. Інваріанти тензора другого рангу. Головні значення та головна система координат дійсного симетричного тензора другого рангу. Фізичні приклади тензорів другого рангу.	2	2	4
4	<i>Диференціювання скалярних та векторних полів.</i> Градієнт скалярного поля, його фізичний і геометричний сенс. Перетворення градієнта при повороті системи координат. Похідні векторного поля, інваріантні характеристики. Дивергенція та ротор векторного поля, їх фізичний сенс (інваріантні означення). Оператор Лапласа. Теорема Гауса. Теорема Стокса. Деякі тотожності з векторними операторами.	4	2	6

5	Потенціальні та соленоїдальні векторні поля, їхні властивості. Основна теорема векторного аналізу. Узагальнені інтегральні теореми Гауса та Стокса.	2	2	6
6	Вектори та тензори у косокутних системах координат. Коваріантні та контраваріантні координати вектора. Скалярний добуток, метричний тензор. Векторний і мішаний добуток векторів, взаємний базис. Тензори у косокутній системі координат.	2	2	4
7	Криволінійні ортогональні системи координат. Елемент відстані. Векторні диференціальні оператори в ортогональних криволінійних системах координат.	4	2	6
	Модульна контрольна робота 4		1	
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>76</b>

**Загальний обсяг 150 год.**, в тому числі:

Лекцій – 44 год.

Практичні заняття - 30 год.

Самостійна робота - 76 год.

<i>Семестр 1</i>	<i>Семестр 2</i>
<b>Загальний обсяг 300 год.</b> , в тому числі: Лекцій – 72 год. Практичні заняття - 70 год. Самостійна робота - 158 год.	<b>Загальний обсяг 150 год.</b> , в тому числі: Лекцій – 44 год. Практичні заняття - 30 год. Самостійна робота - 76 год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основна:*

1. Свердан П.Л. Вища математика : математичний аналіз і теорія ймовірностей : підручник / П.Л. Свердан. – Київ : Знання, 2008. – 450с. – ISBN 978-966-346-411-4
2. Основи векторного і тензорного аналізу: навчальний посібник /М. А. Разумова, В. М. Хотяїнцев. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. – 216 с.
3. Теорія функцій комплексної змінної: навч. посіб. Для студентів фізичних спеціальностей університетів / С. М. Єжов, М. А. Разумова. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 191 с.
4. Радченко О.М. Математичний аналіз : У 2-х ч. / О.М. Радченко. – Київ : ТВіМС. – ISBN 966-95703-0-1

### *Додаткова:*

1. R. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence. Mathematical Methods for Physics and Engineering: A Comprehensive Guide. 3<sup>rd</sup> edition. Cambridge University Press, 2006, 1359 pp.
2. K.T. Tang, Mathematical Methods for Engineers and Scientists. Springer 2007, 327 pp.