

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра математичної фізики**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Комплексний аналіз  
для студентів**

галузь знань 11 «Математика та статистика»  
спеціальність 111 «Математика»  
освітній рівень перший (бакалавр)  
освітня програма «Математика та викладання математичних дисциплін»  
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання денна  
Навчальний рік 2020/2021  
Семестр 5  
Кількість кредитів ECTS 4  
Мова викладання, навчання та оцінювання українська  
Форма заключного контролю іспит


Викладач: Верьовкіна Ганна Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри математичної фізики

Пролонговано: на 20<sup>21</sup>/20<sup>22</sup> н.р. ( ) « 31 » 08 20<sup>21</sup> р.  
на 20 / 20 н.р. ( ) « » 20 р.

**КИЇВ – 2020**

Розробник: Верьовкіна Ганна Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Зав. кафедрою  
математичної фізики

 Самойленко В.Г.

Протокол № 1 від 28 серпня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від 31 серпня 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.  
(підпис)

1. **Мета дисципліни (до 300 символів)** – ознайомлення та оволодіння сучасними методами та положеннями теорії Комплексного аналізу. Оволодіння основними методами побудови конформних відображень, інтегрування вздовж шляху, вивчення та застосування теорії лишків.

2. **Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. *Знати*: основні поняття теорії Комплексного аналізу – комплексне число та дії на множині комплексних чисел, форми запису комплексних чисел, область, функція комплексної змінної, диференціювання функції комплексної змінної, гармонічні функції, ряд, степеневий ряд, ряд Тейлора.
2. *Вміти*: визначати диференційованість функцій, досліджувати ряди на збіжність, будувати розвинення функцій в ряди.
3. *Володіти елементарними навичками*: виконувати дії на множині комплексних чисел, використовувати форми запису комплексних чисел, визначати похідні функцій.

3. **Анотація навчальної дисципліни (до 700 символів):**

Навчальна дисципліна «Комплексний аналіз» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 математика освітньо-наукової програми «Математика та викладання математичних дисциплін». У програмі дисципліни основна увага приділяється питанням визначення аналітичності функцій, опанування прикладами аналітичних функцій, побудові конформних відображень областей, побудові образів областей при вказаних конформних відображеннях, інтегруванню функції комплексної змінної вздовж кривої, побудові розвинення аналітичних функцій в ряд Тейлора, визначення особливих точок аналітичних функцій та визначення типу особливостей, обчислення лишків функції в ізольованих особливих точках, застосування теорії лишків, застосування теорії Комплексного аналізу до розв'язання прикладних задач математики.

**Дана дисципліна є обов'язковою.**

Викладається у 5 семестрі 3 курсу в обсязі 120 год. (4 кредитів ECTS<sup>1</sup>) зокрема: лекції – всього 28 год., практичні – 26 год. консультації – 2 год, самостійної роботи студентів – 64 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі, 2 модульні контрольні роботи та колоквиум. Завершується дисципліна іспитом.

4. **Завдання (навчальні цілі):**

формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

**Загальні компетентності:**

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2)
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК-3)

<sup>1</sup> кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

### Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- 1) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (СК-1);
- 2) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі (СК -2);
- 3) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок (СК -3);
- 4) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих (СК -4);
- 5) Здатність до кількісного мислення (СК-5);
- 6) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (СК-6);

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання (Формуються розробником)			
РН 1.1	Знати означення комплексного числа, стереографічної проекції, аналітичної (голоморфної) функції, конформного відображення	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), іспит, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	5%
РН 1.2	Знати теорему Коші-Рімана, геометричний зміст модуля та аргументу похідної			5%
РН 1.3	Знати інтеграл функції вздовж шляху, первісна функції, первісна вздовж шляху, гомотопні шляхи, інтеграл Коші, ряд, степеневий ряд в комплексній площині, ряд Тейлора, ізольовані особливі точки функції однозначного характеру: усувна, полюс, істотно-особлива, лишок функції.			10%
РН 1.4	Знати теореми: Коші для однозв'язної області, Тейлора про розклад функцій в ряд, Сохотського про поведінку функції в околі істотно особливої.			10%

PH 2.1	Вміти досліджувати аналітичність функцій, будувати конформні відображення областей, будувати образи областей при вказаних конформних відображеннях.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
PH 2.2	Вміти інтегрувати функції комплексної змінної, будувати розвинення аналітичних функцій в ряди, визначати особливі точки аналітичних функцій та визначати тип особливості.			20%
PH 2.3	Вміти обчислювати лишки функції в ізольованих особливих точках, застосовувати теорію лишків.	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	2,5%
PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи			2,5%
PH 4.1	Продемонструвати розуміння особистої/персональної відповідальності за професійні та/або управлінські рішення, які базуються на використанні математичних методів	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекційних заняттях, самостійна робота, усні відповіді</i> <i>Виступ з доповіддю за темою наукового дослідження</i>	2,5%
PH 4.2	Високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість			2,5%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	
	Н 1	Н 1	Н 1	Н 1	Н 2	Н 2	Н 2	Н 3	Н 3	Н 3	Н 4	Н 4	
Програмні результати навчання	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1	2		
<b>РН-1</b> Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці;										+	+	+	+
<b>РН-3</b> Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;	+	+	+	+	+	+	+						
<b>РН-4</b> Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;						+	+	+					
<b>РН-10</b> Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями;							+	+	+				
<b>РН-11</b> Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей ;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
<b>РН-18</b> Знати теоретичні основи і застосовувати методи теорії функцій комплексної змінної;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			

## 7. Схема формування оцінки:

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4– 5 балів/3 бали;
  2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.1, РН2.2 – 10 балів/9 балів;
  3. Модульна контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН 4.1, РН 4.2 – 15 балів/9 балів;
  4. Модульна контрольна робота 2: РН1.3, РН1.4, РН2.2, РН2.3, РН 4.1, РН 4.2 – 15 балів/9 балів;
  5. Колоквіум: РН1.1, РН1.2, РН 4.1, РН 4.2– 5 балів/3 бали;
  6. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 10 балів/5 балів;
- Разом 60/35

#### - підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН2.1, РН2.2, РН2.3;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

### 7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекція передбачає виконання додаткових задач теоретичного плану,

запропонованих керівником курсу.

Самостійна робота передбачає виконання зазначених керівником курсу завдань практичного характеру.

Модульні контрольні роботи та колоквиум проводиться в час після занять в формі письмово-усній за практичними та теоретичними питаннями курсу, запропонованих керівником курсу.

Допускається оцінювання за допомогою технологій дистанційного навчання.

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та скласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж семестру та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум **20** балів, до складання іспиту не допускаються.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

Форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали.

#### **Терміни проведення форм оцінювання:**

1. Модульна контрольна робота 1: на 5-му тижні навчального періоду.
2. Колоквиум: на 5-му тижні навчального періоду.
3. Модульна контрольна робота 2: на 9-му тижні навчального періоду.

#### **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**

#### **5-й семестр**

Теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практич ні заняття	Самост. робота	Контр. модульна робота	Інші форми контролю
<b>Змістовий модуль 1. Конформні відображення функцій комплексної змінної</b>						
1	Комплексні числа. Топологічні поняття в комплексній площині.	2	2	2		
2	Диференційованість функцій комплексної змінної. Аналітичні	4	2	8		

	функції. Умови Коші-Рімана. Конформні відображення. Геометричний зміст модуля та аргумента похідної функції.					
3	Приклади конформних відображень: дробово-лінійна, степенева функція та обернена, експоненціальна та логарифм, функція Жуковського, тригонометричні та гіперболічні.	6	10	20	2	Колоквіум 2
<b>Змістовий модуль 2. Ряди та інтеграли функцій комплексної змінної. Теорія лишків</b>						
1	Інтеграл вздовж шляху. Інтегральна формула Коші.	4	2	10		
2	Ряди в комплексній площині. Особливі точки аналітичних функцій. Розвинення аналітичних функцій в ряди.	8	4	10		
3	Теорія лишків та їх застосування.	4	6	14	2	
Всього годин за 5 семестр		28	26	64		

**Загальний обсяг 120 годин, у тому числі:**  
**лекції – 28 годин,**  
**практичні заняття – 26 годин,**  
**консультації – 2 години,**  
**самостійна робота – 64 годин.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основна література:

1. Т.А. Мельник, «Комплексний аналіз: підручник». Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015.
2. «Комплексний аналіз. Приклади і задачі: навчальний посібник» / В.Г. Самойленко, В.А. Бородин, Г.В. Верьовкіна, А.В. Ловейкін, І.Б. Романенко / За редакцією В.Г. Самойленко. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2010.
3. Б.В. Шабат Введение в комплексный анализ. – Т.1, М.: Наука, 1985.
4. А.И. Маркушевич Теория аналитических функций. – Т.1, Т.2, М.: Наука, 1978.

### Додаткова література:

5. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1973.



6. А.И. Маркушевич Краткий курс теории аналитических функций. – М.: Наука, 1978.
7. Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1982.