

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра математичної фізики**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи

Олексій ХАРИТОНОВ

«*31*» *серпня* 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Комплексний аналіз
для студентів**

галузь знань
спеціальність
предметна спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

01 «Освіта/Педагогіка»
014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)»
014.04 «Середня освіта (Математика)»
перший (бакалавр)
«Математика»
обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021 / 2022
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: доцент Верьовкіна Г.В., к.ф.-м.н., доцент

Пролонговано: на 20 /20 н.р. ()« » 20 р.
на 20 /20 н.р. ()« » 20 р.


КИЇВ – 2021

Робоча програма «Комплексний аналіз»

для студентів *галузі знань/спеціальності/освітньої програми* за рівнем «бакалавр» галузі знань 01 Освіта зі спеціальності 014 Середня освіта освітньої програми «математика».
«___» _____ 20__ року - ___ с.

Розробник¹: Верьовкіна Ганна Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕДЖЕНО
Зав. кафедри
Математичної фізики

 Самойленко В.Г.

Протокол № 1 від «31» 08 2021р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол № від «1» 31.08.2021р.

Голова науково-методичної комісії



(підпис)

професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

¹ Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, науково-методичної комісії факультету/інституту, підписується завідувачем кафедри, головою науково-методичної комісії факультету/інституту і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи.

1. **Мета дисципліни (до 300 символів)** – ознайомлення та оволодіння сучасними методами та положеннями теорії функцій комплексної змінної. Оволодіння основними методами побудови конформних відображень, інтегрування вздовж шляху, вивчення та застосування теорії лишків та вивчення поняття повної аналітичної функції.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. *Знати:* основні поняття теорії функції комплексної змінної – комплексне число, комплексна площина, сфера Рімана, нескінченно віддалена точка, шлях та крива, область, функція комплексної змінної, диференціювання функції комплексної змінної по комплексній змінній в точці, умови Коші-Рімана, гармонічні функції, конформне відображення, аналітичні (голоморфні) функції, однолисність функції комплексної змінної, інтеграл функції вздовж шляху, первісна функції, першвісна функції вздовж шляху, гомотопні шляхи, інтеграл Коші та інтеграл типу Коші, ряд, степеневий ряд в комплексній площині, ряд Тейлора та Лорана голоморфних функцій, ізольовані особливі точки функції однозначного характеру: усувна, полюс, істотно-особлива, лишок функції, аналітичне продовження функції, повна аналітична функція.
2. *Вміти:* визначати аналітичність функцій, будувати конформні відображення областей, будувати образи областей при вказаних конформних відображеннях, інтегрувати функції комплексної змінної, будувати розвинення аналітичних функцій в ряди, визначати особливі точки аналітичних функцій та визначати тип особливості, обчислювати лишки функції в ізольованих особливих точках, застосовувати теорію лишків до обчислення інтегралів та сум.
3. *Володіти елементарними навичками:* визначати аналітичність функцій, будувати конформні відображення областей, визначати особливі точки аналітичних функцій та визначати тип особливості, обчислювати лишки функції в ізольованих особливих точках.

3. Анотація навчальної дисципліни (до 700 символів):

Навчальна дисципліна «Комплексний аналіз» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 01 «Освіта/Педагогіка», спеціальності 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)», предметної спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)». У програмі дисципліни основна увага приділяється питанням визначення аналітичності функцій, побудові конформних відображень областей, побудові образів областей при вказаних конформних відображеннях, побудові графіків кривих ліній та різних множин, що зустрічаються у шкільному курсі математики, візуалізації образів просторових фігур, зі шкільного курсу геометрії, інтегруванню функції комплексної змінної вздовж кривої, побудові розвинення аналітичних функцій в ряди Тейлора та Лорана, визначення особливих точок аналітичних функцій та визначення типу особливостей, обчислення лишків функції в ізольованих особливих точках, застосування теорії лишків до обчислення інтегралів та сум, застосування теорії функцій комплексної змінної до розв'язання прикладних задач математики та механіки.

Дана дисципліна є обов'язковою.

Викладається у 6 семестрі 3 курсу в обсязі 150 год. (5 кредитів ECTS) зокрема: лекції – всього 42 год., практичні – 28 год. консультацій – 4 год, самостійної роботи студентів – 76 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:

- 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)
- 4) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-4);
- 5) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7)
- 6) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-8);
- 7) Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-9);
- 8) Здатність працювати автономно (ЗК-11);
- 9) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (СК-1);
- 10) 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);
- 11) Здатність до кількісного мислення (СК-3);
- 12) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (СК-4)
- 13) Здатність до комунікації з фаховими спільнотами державною (українською) мовою (СК-6);
- 14) Здатність до формування у учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків (СК-7);
- 15) Здатність здійснювати об'єктивний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень учнів (СК-9);
- 16) Здатність формувати в учнів критичне мислення, переконання в необхідності обґрунтування гіпотез, розуміння математичного доведення та математичного моделювання (СК-17);
- 17) Здатність забезпечувати розвиток прийомів розумової діяльності та просторової уяви учнів, усвідомлюючи й реалізуючи специфічні можливості процесу навчання математики для розвитку логічного та алгоритмічного мислення (СК-19);

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>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, активна</i>	5%
РН 1.2	Знати теорему Коші-Рімана, геометричний зміст модуля та аргументу похідної			10%

			<i>робота на лекції, усні відповіді</i>	
PH 1.3	Знати інтеграл функції вздовж шляху, первісна функції, первісна вздовж шляху, гомотопні шляхи, інтеграл Коші та інтеграл типу Коші, ряд, степеневий ряд в комплексній площині, ряд Тейлора та Лорана, ізольовані особливі точки функції однозначного характеру: усувна, полюс, істотно-особлива, лишок функції, аналітичне продовження функції, повна аналітична функція		<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	10%
PH 1.4	Знати теореми: Коші для однозв'язної та неоднотв'язної області, Тейлора та Лорана про розклад функцій в ряди, Ліувілля, Морери, Сохотського про поведінку функції в околі істотно особливої, Рімана про конформне відображення однозв'язної області		<i>робота на лекції, усні відповіді</i>	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>Контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
PH 2.2	Вміти інтегрувати функції комплексної змінної, будувати розвинення аналітичних (голоморфних) функцій в ряди, визначати особливі точки аналітичних (голоморфних) функцій та визначати тип особливості	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
PH 2.3	Вміти обчислювати лишки функції в ізольованих особливих точках, застосовувати теорію лишків до обчислення інтегралів та сум	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), екзамен, 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,</i>	2,5%

PH 3.2.	Вироблення навиків командної роботи		усні відповіді	2,5%
---------	-------------------------------------	--	----------------	------

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни								
	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 3.1	PH 3.2
PH-1. Знає основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці.	+							+	+
PH-2. Розуміє фундаментальну і прикладну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми.	+				+	+	+	+	+
PH-4. Використовує усно і письмово професійну українську мову.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-6. Знає та розуміє принципи, форми, сучасні методи, методичні прийоми навчання математики в закладах середньої освіти (рівень базової середньої освіти).	+				+	+	+	+	+
PH-7. Знає та розуміє особливості навчання різномірних груп учнів, застосовує диференціацію навчання, організовує освітній процес з урахуванням особливих потреб учнів.						+		+	+
PH-8. Оперує базовими категоріями та поняттями математики.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-16. Здатний демонструвати та застосовувати знання з математики, необхідні для формування математичних компетентностей учнів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-22. Здатний формувати в учнів розуміння основ математичного моделювання, готовність до застосування моделювання для розв'язування задач.							+	+	+
PH-25. Здатний до ефективної комунікації в процесі навчання учнів математиці, до пошуку та обробки нової інформації, до використання сучасних інформаційних технологій.	+	+	+	+	+		+	+	+
PH-26. Здатний оцінювати та розвивати власні математичні й методичні компетентності, усвідомлювати відповідальність за їх рівень.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-27. Формує ціннісний аспект математичного знання, координує його емоційне сприйняття учнями, розробляє і пропонує різні форми та прийоми виховання позитивного ставлення до	+	+	+	+	+			+	+

математики, мотивації учнів до засвоєння її основ та методів									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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 – 15 балів/9 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: РН1.3, РН1.4, РН2.2, РН2.3 – 15 балів/9 балів;
 5. Колоквіум: РН1.1, РН1.2 – 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: екзамен.

- 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.

Колоквіум проводиться в час після занять в формі письмово-усній за теоретичними питаннями курсу, запропонованих керівником курсу.

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 6-му тижні навчального періоду.
2. Колоквіум: на 7-му тижні навчального періоду.
3. Модульна контрольна робота 2: на 11-му тижні навчального періоду.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

6-й семестр

Теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практич ні заняття	Самост. робота	Контр. модульна робота	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1. Конформні відображення функцій комплексної змінної						
1	Комплексні числа. Топологічні поняття в комплексній площині.	2	2	2		
2	Диференційованість функцій комплексної змінної. Аналітичні (голоморфні) функції. Умови Коші-Рімана. Конформні відображення. Геометричний зміст модуля та аргумента похідної функції.	4	2	8		
3	Приклади конформних відображень: дробово-лінійна, степенева функція та обернена, експоненціальна та логарифм, функція Жуковського, тригонометричні та гіперболічні.	6	10	20	2	
Змістовий модуль 2. Ряди та інтеграли функцій комплексної змінної. Теорія лишків						
1	Інтеграл вздовж шляху. Інтегральна формула Коші.	8	2	6		Колоквіум 2
2	Ряди в комплексній площині. Особливі точки голоморфних функцій. Розвинення голоморфних функцій в ряди.	10	4	10		
3	Теорія лишків та їх застосування.	8	6	16	2	
4	Принципи аналітичного продовження функцій.	4	2	4		
Всього годин за 5 семестр		42	28	76		

Загальний обсяг 150 годин, у тому числі:
лекції – 42 годин,

**практичні заняття – 28 годин,
консультації – 4 години,
самостійна робота – 76 годин.**

8. 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.