

Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка

ІІІ інститут/факультет фізико-математичний

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан фізико-математичного
факультету

Каленик М.В.

«31» серпня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комплексний аналіз

(назва навчальної дисципліни)

галузь знань 01 Освіта
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта
(шифр і назва)

освітня-програма/програми Середня освіта (Математика)
(назва)

Мова навчання українська

Погоджено науково-методичною
комісією фізико-математичного
факультету

«31» серпня 2023 р.

Голова: О.О. Одінцова
к. ф-м. н., доцент

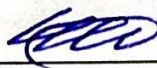
Суми – 2023

Розробники: Мартиненко Олена Вікторівна, к. ф.-м. н., доцент, доцент
кафедри математики, фізики та методик їх навчання

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні кафедри математики,
фізики та методик їх навчання

Протокол № 1 від «31» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри математики,
фізики та методик їх навчання



Чашечникова О.С.,
доктор пед. наук, професор

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Бакалавр	Обов’язкова	
		Рік підготовки:	
		3-й	3-й
Семестр			
6-й		6-й	
Лекції			
20 год.		4 год.	
Практичні, семінарські			
22 год.		6 год.	
Лабораторні			
-		-	
Самостійна робота			
78 год.		110 год.	
Консультації:			
-		-	
Загальна кількість годин - 120		Вид контролю: екзамен	

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення курсу є формування свідомого і чіткого уявлення про предмет, методи, місце та специфіку математичної дисципліни «Комплексний аналіз», зокрема:

- узагальнення знань студентів з теорії функцій дійсної змінної та встановлення взаємозв’язків різних розділів теорії функції комплексної змінної;
- формування системи знань про основні теоретичні положення та методи теорії функцій комплексної змінної;
- формування вмінь виокремлювати відповідні методи та застосовувати їх при розв’язуванні основних типів завдань з цього розділу математики;
- розуміння прикладної значущості теорії функцій комплексної змінної та напрямків її розвитку.

2. Передумови для вивчення дисципліни

До початку вивчення курсу студенти повинні оволодіти знаннями наступних розділів математики: теорії границь, теорії диференціального та інтегрального числення функцій дійсної змінної, теорії рядів дійсної змінної, лінійної алгебри, геометрії.

3. Результати навчання за дисципліною

Знання	ПРЗ 1. Знання психолого-педагогічних теорій навчання, концептуальних засад шкільної освіти в галузі математики, цілей і завдань навчання математики в закладах середньої освіти; наукових основ шкільного курсу математики. ПРЗ 2. Знання фундаментальних математичних теорій. ПРЗ 8. Знання принципів та прийомів продуктивного міжособистісного спілкування, ефективної співпраці у команді.
Уміння	ПРУ 2. Уміння продемонструвати та застосовувати знання фундаментальних математичних теорій для розв'язування компетентнісних завдань, типових завдань. ПРУ 5. Уміння оцінювати ситуацію та/або завдання на основі всебічного аналізу з метою виявлення шляхів розв'язування завдань; використовувати та вдосконалювати методики навчання конкретних тем курсу математики та інформатики в закладах середньої освіти; сприймати, аналізувати й реалізовувати інновації у професійній діяльності. ПРУ 6. Уміння використовувати раціональні прийоми розумових дій; організації освітнього процесу, методи та технології навчання, форми організації навчально-пізнавальної діяльності суб'єктів навчання у конкретних умовах; спроектувати і провести урок математики в основній / старшій школі з урахуванням специфіки навчальних цілей, контингенту учнів. ПРУ 11. Уміння відшукувати інформацію у різноманітних джерелах, аналізувати, критично оцінювати, систематизувати, узагальнювати її; готувати доповіді, презентації, брати участь у дискусії. ПРУ 12. Уміння продуктивно спілкуватись в ході співпраці у команді, вести діалог, брати участі у дискусіях щодо вирішення професійних проблем; організовувати комунікацію учнів, створювати умови для ефективної евристичної бесіди, дискусії, мозкового штурму. ПРУ 13. Уміння грамотно використовувати державну мову у процесі професійної діяльності, чітко та аргументовано висловлювати свої думки, міркування, почуття. ПРУ 15. Уміти планувати процес самонавчання та самовдосконалення, готовність навчатися протягом усього життя в контексті неперервної фахової підготовки і соціального життя, вдосконалювати й розвивати власний інтелектуальний та загальнокультурний рівень.

Комунікація	ПРК2. Здатний до ефективної комунікації в процесі навчання математики та інформатики.
--------------------	--

4. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄКТС	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
A	Студент у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, вільно самостійно та аргументовано користується теоретичними знаннями; застосовує знання при розв'язуванні завдань, може пояснити хід розв'язання, аргументувати ефективність шляху їх виконання. Правильно розв'язує завдання контрольних робіт у межах понад 90%. Студент демонструє у наявності результати виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою.
B	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань, розв'язує завдання, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. При викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильність розв'язування завдань контрольних робіт становить від 82 до 89%. Завдання практичних занять виконує у повному обсязі.
C	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, ознайомлений з основними джерелами, допускає суттєві неточності та помилки. Правильно розв'язує завдання контрольних робіт у межах від 74 до 81%. Завдання практичних занять виконує у повному обсязі.
D	Вільно володіє матеріалом лекцій, але не може навести власних прикладів. Може виконати елементарні завдання з теми. Фрагментарно, поверхово без аргументації та обґрунтування відповідає на запитання, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичні завдання виконує з суттєвими неточностями, правильно розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 64 до 73%. Виконує завдання практичних занять понад 64%.
E	Володіє матеріалом лекцій, не виявляє додаткових знань, що виходять за межі лекційного курсу. Знає основні поняття, відчуває труднощі у наведенні прикладів, аргументації положень, поясненні кроків розв'язання завдань. Розв'язує завдань контрольних робіт у межах від 60 до 63%
FX	Студент не володіє теоретичним матеріалом з дисципліни, але розв'язує прості практичні завдання. Допускає суттєві помилки, не може пояснити алгоритм розв'язування практичного завдання. Розв'язує завдання контрольних робіт у межах 35-59%

F	Студент не володіє теоретичним матеріалом. Виконання практичних завдань викликають значні труднощі. Розв'язує завдання контрольних робіт у межах від 1 до 34%
---	---

Розподіл балів, що отримують студенти денної форми навчання, за розділами та видами діяльності

РОЗДІЛ 1. Загальні основи теорії функцій комплексної змінної. Похідна			РОЗДІЛ 2. Інтеграл функції комплексної змінної. Ряди аналітичних функцій			Сума	Екзамен	Загальна сума
Робота на заняттях	Самостійна робота	Контрольна робота	Робота на заняттях	Самостійна робота	Контрольна робота	75	25	100
5	10	20	10	10	20			
35			40					

Розподіл балів, що отримують студенти заочної форми навчання, за розділами та видами діяльності

РОЗДІЛ 1. Загальні основи теорії функцій комплексної змінної. Похідна			РОЗДІЛ 2. Інтеграл функції комплексної змінної. Ряди аналітичних функцій			Сума	Екзамен	Загальна сума
Робота на заняттях	Самостійна робота	Контрольна робота	Робота на заняттях	Самостійна робота	Контрольна робота	75	25	100
10	–	25	10	–	30			
35			40					

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82 - 89	B	добре
74 - 81	C	
64 - 73	D	задовільно
60 - 63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання

1 - 34	Г	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
--------	---	--

5. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами перевірки результатів навчання є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- поточні письмові самостійні роботи;
- контрольні роботи;
- екзамен.

6. Інформаційний зміст навчальної дисципліни

6.1. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні основи теорії функцій комплексної змінної. Похідна

Тема 1.1. Функції комплексної змінної. Границя та неперервність функцій комплексної змінної.

Комплексна площина. Алгебраїчна, тригонометрична, показникова форми комплексного числа. Метричні та топологічні властивості множини комплексних чисел.

Функції комплексної змінної: означення, область визначення, область значень. Границя функції комплексної змінної, неперервність функції комплексної змінної.

Числові ряди з комплексними членами. Степеневі ряди в комплексній області. Круг збіжності.

Тема 1.2. Диференціювання функцій комплексної змінної. Аналітичні функції.

Похідна функції комплексної змінної. Необхідні умови диференційовності функцій комплексної змінної. Достатні умови диференційовності. Правила диференціювання функцій комплексної змінної. Геометричний зміст модуля та аргументу похідної.

Аналітичні функції: означення за Коші та за Ріманом. Гармонічні функції, їх зв'язок з аналітичними. Поновлення аналітичної функції за її дійсною або уявною частиною.

Тема 1.3. Елементарні функції комплексної змінної.

Алгебраїчні функції. Показникова функція, її властивості. Тригонометричні функції, їх властивості. Логарифм комплексного числа, логарифмічна функція. Степенева функція. Загальна показникова та загальна логарифмічна функції. Обернені тригонометричні функції.

Розділ 2. Інтеграл функції комплексної змінної.

Ряди аналітичних функцій

Тема 2.1. Інтегрування функцій комплексної змінної.

Поняття інтеграла від функції комплексної змінної, його властивості, обчислення. Інтегральна теорема Коші та її узагальнення. Означення аналітичної функції за Озгудом. Незалежність інтеграла від шляху інтегрування. Формула Ньютона-Лейбніца. Інтегральна формула Коші та наслідки з неї. Теорема Морери (достатня умова аналітичності функції).

Тема 2.2. Ряди аналітичних функцій. Ізольовані особливі точки.

Рівномірна збіжність функціональних рядів. Ряд Тейлора. Розвинення аналітичних функцій в ряд Тейлора. Означення аналітичної функції за Вейерштрассом.

Ряд Лорана, теорема Лорана.

Нулі аналітичної функції. Ізольовані особливі точки аналітичної функції. Класифікація ізольованих особливих точок.

Тема 2.3. Лишки функцій.

Поняття лишку функції. Основна теорема про лишки. Обчислення лишків. Основні застосування теорії лишків: основна теорема алгебри, обчислення визначених інтегралів.

6.2. Структура та обсяг навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост. робота		Лекції	Практ.	Лабор.	Конс.	Самост. робота
Розділ 1. Загальні основи теорії функцій комплексної змінної. Похідна												
Тема 1.1. Функції комплексної змінної. Границя та неперервність функцій комплексної змінної.	14	2	2			10	20				20	
Тема 1.2. Диференціювання функцій комплексної змінної. Аналітичні функції.	16	4	2			10	23	1	2		20	
Тема 1.3. Елементарні функції комплексної змінної.	23	2	6			15	23	1	2		20	
Разом	53	8	10			35	66	2	4		60	
Розділ 2. Інтеграл функції комплексної змінної. Ряди аналітичних функцій												
Тема 2.1. Інтегрування функцій комплексної змінної.	18	4	4			10	23	1	2		20	
Тема 2.2. Ряди аналітичних функцій. Ізольовані особливі точки.	30	6	4			20	21	1			20	
Тема 2.3. Лишки функцій.	19	2	4			13	10				10	
Разом	67	12	12			43	54	2	2		50	
Разом годин	120	20	22			78	120	4	6		110	

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Комплексні числа. Метричні та топологічні властивості множини комплексних чисел. Функції комплексної змінної: означення, область визначення, область значень. Границя функції комплексної змінної, неперервність функції комплексної змінної.	2	
2	Похідна функції комплексної змінної. Необхідні умови диференційовності функцій комплексної змінної. Достатні умови диференційовності. Правила диференціювання функцій комплексної змінної.	2	
3	Аналітичні функції. Означення за Коші та Ріманом. Геометричний зміст модуля та аргументу похідної. Гармонічні функції, їх зв'язок з аналітичними. Поновлення аналітичної функції за її дійсною або уявною частиною.	2	1
4	Алгебраїчні функції. Показникова функція, властивості. Тригонометричні функції, їх властивості. Логарифм комплексного числа, логарифмічна функція. Степенева функція. Загальна показникова та загальна логарифмічна функції. Обернені тригонометричні функції.	2	1
5	Поняття інтеграла від функції комплексної змінної, його властивості, обчислення. Інтегральна теорема Коші та її узагальнення. Означення аналітичної функції за Озгудом. Незалежність інтеграла від шляху інтегрування.	2	
6	Формула Ньютона-Лейбніца. Інтегральна формула Коші та наслідки з неї. Теорема Морери (достатня умова аналітичності функції).	2	1
7	Рівномірна збіжність функціональних рядів. Ряд Тейлора. Розвинення аналітичних функцій в ряд Тейлора. Означення аналітичної функції за Вейерштрассом.	2	
8	Ряд Лорана, теорема Лорана. Розвинення аналітичних функцій у ряд Лорана.	2	1
9	Нулі аналітичної функції. Ізольовані особливі точки аналітичної функції. Класифікація ізольованих особливих точок.	2	
10	Лишки функцій. Основна теорема про лишки. Обчислення лишків. Основні застосування теорії лишків: основна теорема алгебри, обчислення визначених інтегралів.	2	

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Множина комплексних чисел як метричний простір. Функція комплексної змінної. Границя та неперервність функцій комплексної змінної	2	

2	Похідна функції комплексної змінної. Умови диференційовності. Аналітичні та гармонічні функції, їх взаємозв'язок. Поновлення аналітичної функції за її дійсною або уявною частиною.	2	2
3	Показникова функція, її властивості. Тригонометричні функції, їх властивості.	2	
4	Логарифм комплексного числа, логарифмічна функція. Степенева функція. Загальна показникова та загальна логарифмічна функції.	2	2
5	Контрольна робота №1	2	
6	Інтегрування функцій комплексної змінної. Інтегральна теорема Коші	2	
7	Інтегральна формула Коші, її застосування до обчислення інтегралів	2	2
8	Степеневі ряди. Розвинення функцій в ряди Тейлора та Лорана.	2	
9	Класифікація ізольованих особливих точок аналітичних функцій	2	
10	Лишки, їх обчислення та застосування	2	
11	Контрольна робота №2	2	

8. Рекомендовані джерела інформації

- Александров И. А., Соболев В. В. Аналитические функции комплексного переменного: Учеб. Пособие для физ.-мат. спец. вузов. / Игорь Александрович Александров, Вадим Владимирович Соболев. – М.: Высш. шк., 1984. – 192 с.
- Давидов М.О. Курс математичного аналізу: Підручник: У 3 ч. - К.: Вища школа, 1992.— Ч.3. – 360 с.
- Єжов, С. М., Разумова М.А. 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.
- Комплексний аналіз. Розрахункова робота [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 111 "Математика" / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. В. Дрозд, Н. М. Задерей, П. В. Задерей, І. І. Голіченко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 110 с.
- Лаврентьев М. А. Методы теории функций комплексного переменного / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. — [3-е изд.]. — М.: Наука, 1965. – 736 с.
- Маркушевич А. И. Теория аналитических функций. Начала теории. Т 1 / Алексей Иванович Маркушевич. – [2-е изд.] – М.: Наука, 1968.–486 с.
- Мельник Т. А. Комплексний аналіз : підручник / Т. А. Мельник. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. – 192 с.

8. Павленко А.В., Кагадій Л.П., Копорулін В.Л. Теорія функцій комплексної змінної: Навч. посібник.— Дніпропетровськ: НМетАУ, 2012. — 188 с.
9. Сидоров Ю. В., Федорюк М. В., Шабунин М. И., Лекции по теории функций комплексного переменного: Учеб. для вузов. / Юрий Викторович Сидоров, Михаил Васильевич Федорюк, Михаил Иванович Шабунин — 3-е изд., испр. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. — 480 с.
10. Шкіль М.І. Математичний аналіз: Підручник: У 2 ч. Ч.2. — К.: Вища шк..., 2005.— 510 с.

