

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра математичної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи

Харитонов О.М.

«*Сергій*» 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комплексний аналіз
для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	112 «Статистика»
освітній рівень	перший (бакалавр)
освітня програма	«Статистика»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	5, 6
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Самойленко Валерій Григорович, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри математичної фізики

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

КИЇВ – 2020

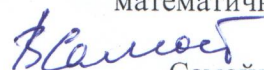
Робоча програма «Комплексний аналіз»

для студентів галузі знань/спеціальності/освітньої програми 11 Математика та статистика /
112 Статистика / Статистика

« ____ » _____ 2020 року - ____ с.


Розробник¹: Самойленко Валерій Григорович, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач
кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕДЖЕНО
Завідувач кафедри
математичної фізики


Самойленко В.Г.

Протокол № 1 від 28.08 . 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від 31.08 2020 року № 2
Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.
(підпис)

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: ознайомлення та оволодіння сучасними методами та положеннями комплексного аналізу. Оволодіння основними поняттями теорії голоморфних функцій, властивостями конформних відображень і методами їх побудови, основними властивостями функцій комплексної змінної, поняттям інтегралу вздовж шляху та методами їх обчислення, вивчення та застосування теорії лишків для обчислення невластивих інтегралів, основні поняття перетворення Лапласа і його основні властивості.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- 1. Знати:** основні поняття математичного аналізу (поняття границі, неперервності, рівномірної неперервності, похідної; числових, степеневих і функціональних рядів, поняття первісної, визначеного інтегралу, властивості інтегралів, методи обчислення інтегралів, інтегрування і диференціювання функціональних рядів), елементарні поняття теорії комплексних чисел (комплексні числа та дії над ними, форми запису комплексних чисел, комплексна площина), аналітичної геометрії і алгебри (відстань між точками, рівняння прямої, класифікація кривих другого порядку на площині, поняття групи і кільця, ізоморфних та гомеоморфних відображень).
- 2. Вміти:** знаходити границі числових послідовностей і функцій, диференціювати функції однієї та багатьох змінних, обчислювати невизначені інтеграли, досліджувати ряди на збіжність, будувати розвинення функцій в ряди Тейлора.
- 3. Володіти елементарними навичками:** виконувати дії на множині комплексних чисел, використовувати форми запису комплексних чисел, знаходити похідні функцій, будувати графіки кривих, які задані параметрично.

3. Анотація навчальної дисципліни:

навчальна дисципліна «Комплексний аналіз» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 112 статистика освітньо-наукової програми «Статистика». У програмі дисципліни основна увага приділяється вивченню властивостей голоморфних функцій, побудові конформних відображень областей, знаходженню образів областей для заданих відображень, обчисленню інтегралів від функції комплексної змінної вздовж кривих, розвиненню функцій в ряди Тейлора та Лорана в областях їх голоморфності, визначенню особливих точок функцій та типів цих точок, обчисленню лишків функції в ізольованих особливих точках, застосовуванню теорії лишків для обчислення інтегралів, застосуванню комплексного аналізу до розв'язання прикладних задач математики та механіки.

Дана дисципліна є обов'язковою.

Викладається у **5 і 6 семестрі 3 курсу** в обсязі **180 год. (6 кредитів ECTS²)** зокрема: *лекції – всього 52 год., практичні – 34 год. консультацій – 4 год, самостійної роботи студентів – 90 год.* У курсі передбачено **4 змістових модулі, 4 модульні контрольні роботи та залік.** Завершується дисципліна **іспитом.**

4. Завдання (навчальні цілі):

² кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

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.
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності.
- 4) Здатність спілкуватися українською мовою як усно, так і письмово.
- 5) Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- 6) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.
- 7) Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- 8) Здатність працювати в команді.
- 9) Здатність працювати автономно.
- 10) Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- 11) Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- 12) Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
- 13) Здатність застосовувати у професійній діяльності знання та навички в галузях математичного аналізу, лінійної алгебри, геометрії, логіки, теорії функцій, диференціальних рівнянь.
- 14) Здатність здійснювати логічні математичні міркування із чітким зазначенням припущень та висновків.
- 15) Здатність до математичного формулювання задач та вибору методів їх розв'язання.
- 16) Здатність робити якісні висновки з кількісних даних.

5. Результати навчання за дисципліною:

Підсумкова оцінка двосеместрової дисципліни розраховується за формулою: $Q = k_1 Q_1 + k_2 Q_2$, де k_1, k_2 ($k_1 + k_2 = 1$), Q_1, Q_2 – вагові коефіцієнти балів та бали в першому і другому семестрах, відповідно. Для даної дисципліни $k_1 = 0, k_2 = 1$.

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)			
5-ий семестр, $k_1 = 0$				
РН1.1	Знати означення комплексного числа, стереографічної проекції, голоморфної (аналітичної) функції, конформного відображення	Лекція, практичне заняття	Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей),	5%

PH1.2	Знати умови теореми Коші-Рімана, геометричний зміст модуля та аргументу похідної, означення гармонійної функції.		екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді	10%
PH1.3	Знати поняття конформного відображення та означення дробово-лінійної, степеневі, експоненціальній, логарифмічній функцій.		Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей),	10%
PH1.4	Знати означення функції Жуковського та її основні властивості, означення тригонометричних і гіперболічних функцій та їх основні властивості.		екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді	10%
PH2.1	Вміти виконувати дії над комплексними числами, визначати модуль і аргумент комплексного числа, знаходити на сфері Рімана образи множин, які задані в комплексній площині.		Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей),	20%
PH2.2	Вміти досліджувати диференційованість функцій комплексної змінної, перевіряти гармонійність заданої функції, визначати голоморфну функцію за заданою їй дійсною (чи уявною) частиною.	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді	20%
PH2.3	Вміти визначати образи заданих множин при відображеннях за допомогою дробово-лінійної, степеневі, експоненціальній, логарифмічній функції, функції Жуковського, тригонометричних і гіперболічних функцій та вміти будувати конформні відображення за допомогою цих функцій заданих областей з комплексної площини.		Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей),	20%
PH3.1	Здатність пояснювати основні поняття і положення з комплексного аналізу, обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування методів комплексного аналізу та їх застосування	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	Активна робота на лекції, практичних заняттях,	2,5%
PH3.2	Вироблення навиків командної роботи при розв'язанні задач та виконанні завдань практичного характеру з комплексного аналізу.		усні відповіді	2,5%
6-ий семестр $k_2=1$				

PH1.5	Знати означення інтегралу від функції комплексної змінної вздовж кривої та його основні властивості.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	5%
PH1.6	Знати поняття ряду Лорана, означення нулів і особливих точок функцій комплексної змінної.			5%
PH1.7	Знати означення лишка, формули для обчислення лишків, теореми Коші про лишки, лему Жордана.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 4 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	10%
PH1.8.	Знати принцип аргументу, теорему Руше.			10%
PH1.9.	Знати означення перетворення Лапласа та його основні властивості.			5%
PH2.4	Вміти обчислювати інтеграли від функцій комплексної змінної вздовж кривої та вміти застосовувати інтегральну формулу Коші.	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	10%
PH2.5	Вміти розкладати функції комплексної змінної в ряд Тейлора та ряд Лорана. Вміти знаходити особливі точки функцій комплексної змінної та визначати їх тип.			10%
PH2.6	Вміти обчислювати лишки функції в її ізольованих особливих точках.	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 4 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%
PH2.7	Вміти застосовувати теорію лишків до обчислення інтегралів від функцій комплексної змінної вздовж межі області, невластних інтегралів та сум рядів.			20%
PH2.8	Вміти обчислювати перетворення Лапласа для заданих функцій.			10%

РН3.3	Здатність пояснювати основні поняття і положення з комплексного аналізу, обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування методів комплексного аналізу та їх застосування при обчисленні інтегралів.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	2,5%
РН3.4.	Вироблення навиків командної роботи при розв'язанні задач та виконанні завдань практичного та теоретичного характеру з комплексного аналізу.			2,5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 1.5	РН 1.6	РН 1.7	РН 1.8	РН 1.9	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 2.4	РН 2.5	РН 2.6	РН 2.7	РН 2.8	РН 3.1	РН 3.2	РН 3.3	РН 3.4	
Програмні результати навчання																						
РН-1 – Здійснювати професійну письмову й усну комунікацію українською мовою та, принаймні, однією з іноземних мов.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН-5 - Володіти базовими знаннями та вміннями з фундаментальних розділів математики: математичного аналізу, алгебри,	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

аналітичної геометрії, диференціальних рівнянь, у тому числі в частинних похідних.																			
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж 5-го семестру 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, РН2.3 – 10 балів / 6 балів;
 3. Модульна контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН2.2 – 20 балів / 12 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: РН1.3, РН1.4, РН2.3 – 20 балів / 12 балів;
 5. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 5 балів / 3 бали;
- Разом 60/35
- Залік: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН 1.4, РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 40 балів / 24 бали;

- оцінювання впродовж 6-го семестру навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.5, РН1.6, РН1.7, РН1.8, РН1.9 – 5 балів / 3 бали;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: РН2.4, РН2.5 – 10 балів / 6 балів;
 3. Модульна контрольна робота 3: РН1.5, РН1.6, РН2.4, РН2.5 – 20 балів / 12 балів;
 4. Модульна контрольна робота 4: РН1.7, РН1.8, РН1.9, РН2.6, РН2.7, РН2.8 – 20 балів / 12 балів;
 5. Розв'язання задач на практичних заняттях: РН2.4, РН2.5, РН2.6, РН2.7, РН2.8 – 5 балів / 3 бали;
- Разом 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів / 24 бали;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4, РН1.5, РН1.6, РН1.7, РН1.8, РН1.9., РН2.1, РН2.2, РН2.3; РН2.4, РН2.5, РН2.6, РН2.7, РН2.8.
- форма проведення і види завдань: письмово-усна робота;
- підсумкова оцінка формується як сума за результатами оцінювання у 6-му семестрі та оцінки за іспит.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає виконання додаткових задач теоретичного плану, запропонованих керівником курсу.

Самостійна робота передбачає виконання зазначених керівником курсу завдань практичного характеру.

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

Допускається оцінювання за допомогою технологій дистанційного навчання.

В п'ятому семестрі

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 доскласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 20 балів, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (20 балів), то бали за залік не додаються до семестрової оцінки;

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 заліку – письмова. Заліковий білет складається із 4 задач. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

- 1. Модульна контрольна робота 1: на 6-му тижні навчального періоду.*
- 2. Модульна контрольна робота 2: на 12-му тижні навчального періоду.*
- 3. Залік: на 13-му тижні навчального періоду.*

В шостому семестрі

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 доскласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на іспиті є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за іспит не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною;

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 5 балів. Додатково від 0 до 5 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

Терміни проведення форм оцінювання:

- 1. Модульна контрольна робота 3: на 5-му тижні навчального періоду.*
- 5. Модульна контрольна робота 4: на 11-му тижні навчального періоду.*

7.3. Шкала відповідності оцінок

Для заліку

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

Для іспиту

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

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

Теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Контр. модульна робота	Інші форми контролю
5-й семестр Змістовий модуль 1. Голоморфні функції та їх властивості						
1	Комплексні числа, форми запису, дії над комплексними числами, формула	4	4	6		

	Муавра. Сфера Рімана і основні топологічні поняття в комплексній площині.					
2	Диференційованість функцій комплексної змінної. Умови Коші-Рімана. Геометричний зміст модуля та аргументу похідної функції. Голоморфні (аналітичні) функції. Гармонійні функції та їх властивості.	6	4	6	2	
Змістовий модуль 2. Конформні відображення						
3	Основні властивості лінійної та дробово-лінійної функції. Дробово-лінійні ізоморфізми та автоморфізми.	4	4	4		
4	Основні властивості степеневі і експоненціальної функції та обернених до них. Поверхня Рімана.	4	4	6		
5	Функція Жуковського та обернена до неї.	4	4	8	2	
6	Тригонометричні та гіперболічні функції комплексної змінної.	4	4	8		Залік
Всього годин за 5 семестр		26	24	38		
6-й семестр Змістовий модуль 3. Ряди та інтеграли від функцій комплексної змінної						
7	Інтеграл вздовж шляху та його основні властивості. Теорема Коші та її узагальнення. Поняття первісної та локальне і глобальне існування первісної. Інтегральна формула Коші.	6	2	10		
8	Ряд Тейлора і нулі голоморфних функцій. Теорема єдиності.	2	2	6		
9	Ряд Лорана функції комплексної змінної та її особливі точки.	4	2	8	2	
Змістовий модуль 4. Теорія лишків та її застосування. Перетворення Лапласа						
3	Поняття лишка,	10	2	20	2	

	логарифмічного лишка. Теорема Коші про суму лишків. Лема Жордана. Обчислення інтегралів за допомогою лишків. Принцип аргументу, теорема Руше.					
4	Перетворення Лапласа, його основні властивості та застосування.	4	2	8		
Всього годин за 6 семестр		26	10	52		

Загальний обсяг 180 годин, у тому числі:
лекції – 52 годин,
практичні заняття – 34 годин,
консультації – 4 години,
самостійна робота – 90 годин.

8. Рекомендовані джерела:

Основна література:

1. Мельник Т.А. Комплексний аналіз. – 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. Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ. – Т.1, М.: Наука, 1985.
4. Маркушевич А.И. Теория аналитических функций. – Т.1, Т.2, М.: Наука, 1978.

Додаткова література:

5. Грищенко О.Ю., Ляшко С.І. Теорія функцій комплексної змінної. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2009.
6. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1973.
7. Маркушевич А.И. Краткий курс теории аналитических функций. – М.: Наука, 1978.
8. Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1982.