

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра теорії функцій і функціонального аналізу



Затверджено
на засіданні кафедри теорії функцій і
функціонального аналізу
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 28.08. 2023р.)

Завідувач кафедри проф. Олег СКАСКІВ

Силабус з навчальної дисципліни
“ Теорія аналітичних функцій ”,
що викладається в межах ОПП “Статистичний аналіз даних”
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів зі спеціальності
112 – Статистика

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Теорія аналітичних функцій
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет Кафедра теорії функцій і функціонального аналізу
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 11 Математика та статистика Спеціальність: 112 Статистика
Викладачі дисципліни	Головата Оксана Маркіянівна , кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теорії функцій і функціонального аналізу
Контактна інформація викладачів	oksana.holovata@lnu.edu.ua https://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/holovata-o-m , м. Львів, вул. Університетська 1, ауд.373 тел. 0322394362
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю) за адресою: м. Львів, вул. Університетська 1, ауд.373. Також можливі он-лайн консультації на платформі MS Teams. Для погодження часу консультацій слід писати на електронну пошту викладача або в групу курсу в Telegram.
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/teoriia-analitychnykh-funktsiy
Інформація про дисципліну	Дисципліна “ Теорія аналітичних функцій ” є вибірковою навчальною дисципліною циклу професійної та практичної підготовки зі спеціальності 112 Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 6-ому семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	У програмі дисципліни основна увага приділяється вивченню властивостей аналітичних функцій, знаходженню образів областей при відображенні основними аналітичними функціями, обчисленню інтегралів від функції комплексної змінної вздовж кривих, розвиненню аналітичних функцій в ряди Тейлора та Лорана, визначенню особливих точок функцій та типів цих точок, обчисленню лишків функції в ізольованих особливих точках, застосуванню теорії лишків для обчислення інтегралів, застосуванню комплексного аналізу до розв’язання прикладних задач математики.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової навчальної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Теорія аналітичних функцій» є ознайомлення та оволодіння сучасними методами та положеннями теорії аналітичних функцій. Оволодіння основними властивостями аналітичних функцій, методами побудови образу області при конформному відображенні, поняттям інтегралу вздовж шляху та методами їх обчислення, вивчення та застосування теорії лишків для обчислення комплекснозначних інтегралів, деяких визначених і невластивих інтегралів, основними поняттями перетворення Лапласа і його основними властивостями.

<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гольдберг А.А., Шеремета М.М., Заболоцький М.В, Скасків О.Б. Комплексний аналіз. – Львів, Афіша, 2008 – 203 с. 2. Комплексний аналіз: навчальний посібник/ П. В. Слюсарчук, Т. В. Боярищева, М.С. Герич, О.О. Погоріляк, О.О. Синявська, Г.І. Сливка-Тилищак, А.М.Тегза – Ужгород: 2022. – 244 с. 3. Romik D. Complex Analysis Lecture Notes – June 15, 2021 https://www.math.ucdavis.edu/~romik/data/uploads/notes/complex-analysis.pdf 4. С.М. Єжов, М.А. Разумова. Теорія функцій комплексної змінної. Видавництво Київський Університет, 2012 р. – 191 с. 5. Комплексний аналіз. Приклади і задачі: Навчальний посібник. – За редакцією В.Г. Самойленка. – Видавництво Київський Університет,, 2010. – 224 с. 6. Павлова Л.В.,Редькіна О.І.Теорія аналітичних функцій. Збірник вправ.К.:Вища школа,1980. . – 213 с <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Скасків О.Б. Теорія ймовірностей. Львів: Число, 2012.
<p>Обсяг курсу</p>	<p>Загальний обсяг: 120 годин. Всього аудиторних занять: 64 години, з них 32 години лекцій, 32 години лабораторних занять. Самостійна робота: 56 годин.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p><u>У результаті вивчення даного курсу студент повинен знати:</u> поняття аналітичності функції комплексної змінної, умови Коші-Рімана, геометричний зміст модуля та аргумента похідної, елементарні конформні відображення, інтегральні теореми Коші, інтегральну формулу Коші, зв'язок між гармонійними та аналітичними функціями, теорему Вейерштрасса про ряди аналітичних функцій, теорему Лорана, теорему Тейлора, теорему про канонічне зображення функції в околі її нуля та її наслідки, типи ізольованих особливих точок однозначного характеру, означення та формули для обчислення лишків, основну теорему про лишки, принцип аргументу, теорему Руше, перетворення Лапласа.</p> <p>вміти: знаходити точки аналітичності функцій, образи областей при конформних відображеннях, знаходити інтеграли від функції комплексної змінної, розвивати аналітичні у кільці функції в узагальнений степеневий ряд, , застосовувати теорію лишків до обчислення інтегралів, застосовувати перетворення Лапласа до прикладних задач.</p>
<p>Ключові слова</p>	<p>Комплексні числа, аналітичність, умови Коші-Рімана, конформні відображення, інтегральні теореми Коші, інтегральна формула Коші, гармонійна функція, теорема Лорана, ізольовані особливі точки однозначного характеру, усувна особлива точка, полюс, істотно особлива точка, лишки, перетворення Лапласа.</p>

Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік в кінці семестру за результатами роботи під час семестру.
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студенти повинні мати базові знання з математичного аналізу.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія).
Необхідне обладнання	Дошка, комп'ютер, проектор, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 5% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 8% семестрової оцінки за виконання практичних домашніх завдань, 20% семестрової оцінки за контрольну роботу 1, максимальна кількість балів 33. • Змістовий модуль 2: 5% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 12% семестрової оцінки за виконання практичних домашніх завдань, 20% семестрової оцінки за контрольну роботу 2, максимальна кількість балів 37. • Контрольний тест: 30% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 30. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її не зарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточ-</p>

ному контролю та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного/лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.

Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.

Оцінювання практичних домашніх робіт (2 змістових модулі містять 4 та 6 практичних домашніх робіт відповідно, загалом 10 практичних домашніх робіт, максимальна кількість балів: 20) відбувається шляхом оцінки письмової роботи студента, виконаної вдома (0-2 бали за одну роботу).

Бали оцінювання нараховуються за наступним співвідношенням:

2 – студент в повному обсязі або досить добре володіє навчальним матеріалом, має повне або достатнє розуміння розглянутої теми, задачі розв'язано правильно, наведено досить повне пояснення ходу розв'язання задач, якщо присутні неточності та помилки у розв'язанні, то вони є незначними;

1 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал, має часткове розуміння розглянутої теми, задачі розв'язано частково або з помірними недоліками;

0 – студент погано розуміє розглянутий матеріал, задачі в більшості розв'язано не правильно або не розв'язано

Оцінювання контрольних робіт та контрольного тесту (завдання з тематики кожного змістового модуля) відбувається шляхом оцінки письмових відповідей студента на поставлені запитання. Відсотки нарахування балів оцінювання відповіді на кожне запитання нараховуються за наступним співвідношенням:

75-100% – тема відтворюється в повному обсязі, правильно, обґрунтовано, логічно;

50-75% – відтворюється значна частина розглянутої теми, проте присутні неточності та/або невідповідності;

25-50% – виявлено множинні неточності та невідповідності, пояснення відсутні чи частково помилкові;

0-25% – тему майже не розкрито, кількість викладеного матеріалу не відповідає загальним нормам обраного виду роботи.

Критерії оцінювання результатів неформальної освіти:

Нарахування балів відбувається за публікацію студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, за участь студента у діяльності наукових гуртків, семінарів, круглих столів, конкурсів, участь у заходах неформальної освіти, за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Edx, Udemu, Prometheus тощо), курсах провідних ІТ компаній за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної

	дисципліни
Питання для контрольного тестування	Поняття аналітичності функції комплексної змінної, умови Коші-Рімана, геометричний зміст модуля та аргумента похідної, елементарні конформні відображення, інтегральні теореми Коші, інтегральна формула Коші, зв'язок між гармонійними та аналітичними функціями, теорема Вейерштрасса про ряди аналітичних функцій, теорема Лорана, теорема Тейлора, теорема про канонічне зображення функції в околі її нуля та її наслідки, типи ізольованих особливих точок однозначного характеру, означення та формули для обчислення лишків, основна теорема про лишки, принцип аргументу, теорема Руше, перетворення Лапласа.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу “ Теорія аналітичних функцій ”

Тиж- день	Лекції		Лабораторні заняття		К- ть год СР	Література
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К- сть год		
1	2	3	4	5	6	7
1	Комплексні числа та криві в комплексній площині. Послідовності і ряди комплексних чисел. Збіжність, зв'язок з дійсними рядами і послідовностями.	2	Арифметичні операції над комплексними числами. Побудова кривих і областей. Дослідження послідовностей та рядів на збіжність.	2	3	[1]-[6]
2	Диференційовність функцій комплексної змінної. Умови Коші-Рімана.	2	Границя функції комплексної змінної. Дослідження функції на аналітичність. Відновлення аналітичної функції за дійсною або уявною частиною.	2	3	[1]-[6]
3	Геометричний зміст модуля і аргументу похідної аналітичної функції. Лінійна та степенева функції.	2	Побудова образів множин при відображенні лінійною і степеневою функцією.	2	3	[1]-[3], [5], [6]
4	Приклади аналітичних функцій: показникова, тригонометричні, дробово-лінійні функції.	2	Побудова образів множин при відображенні показниковими, тригонометричними і дробово-лінійними функціями.	2	4	[1]-[3], [5], [6]
5	Інтеграл вздовж шляху та його основні властивості. Теорема Коші та її узагальнення.	2	Контрольна робота 1.	2	4	[1]-[6]
6	Поняття первісної та локальне і глобальне існування первісної. Інтегральна формула Коші. Гармонійні функції.	2	Обчислення інтегралів з допомогою інтегральної формули Коші. Відновлення аналітичної функції за гармонійною.	2	3	[1]-[6]

7	Ряд Тейлора і нулі аналітичних функцій. Теорема єдиності.	2	Розвинення функцій в ряд Тейлора. Знаходження нулів та їх порядку для аналітичної функції.	2	3	[1]-[6]
8	Узагальнені степеневі ряди. Розвинення аналітичної функції в ряд Лорана.	2	Розвинення функцій в ряд Лорана.	2	4	[1]-[6]
9	Ізольовані особливі точки однозначного характеру. Принцип максимуму модуля.	2	Знаходження ізольованих особливих точок.	2	3	[1]-[6]
10	Поняття лишка. Основна теорема про лишки.	2	Обчислення лишків та інтегралів від комплекснозначних функцій з допомогою лишків.	2	3	[1]-[6]
11	Лема Жордана. Обчислення інтегралів за допомогою лишків.	2	Обчислення визначених інтегралів від тригонометричних функцій та деяких невластивих інтегралів з допомогою теорії лишків.	2	4	[1]-[6]
12	Логарифмічний лишок. Принцип аргументу, теорема Руше та доведення основної теореми алгебри.	2	Задачі на використання теореми Руше.	2	3	[1], [3]-[6]
13	Перетворення Лапласа, його основні Властивості.	2	Перетворення Лапласа. Знаходження зображень.	2	4	[2], [4]
14	Перетворення Лапласа та його застосування.	2	Задачі на застосування перетворення Лапласа.	2	4	[2], [4]
15	Характеристичні та твірні функції випадкових величин та їх зв'язок з аналітичними функціями.	2	Знаходження характеристичних та твірних функцій випадкових величин. Відновлення розподілу випадкової величини з характеристичної функції.	2	4	[7]
16	Підсумковий тест	2	Контрольна робота 2.	2	4	[1]-[6]
	Всього	32		32	56	
	Викладач: Головата О.М.		Викладач: Головата О.М.			