


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Фізичний факультет**  
**Кафедра теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука**

**Затверджено**

На засіданні кафедра теоретичної фізики  
імені професора Івана Вакарчука  
фізичного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1 від 31.08.2023 р.)

Завідувач кафедри  проф. Ткачук В.М.

**Силабус**  
**з навчальної дисципліни «Теорія функції комплексної змінної»,**  
**що викладається в межах**  
**ОПП «Комп'ютерні технології в прикладній фізиці»,**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали**

**Львів 2023**

<b>Назва дисципліни</b>	Теорія функції комплексної змінної
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	вул. Драгоманова, 19, 79005, м. Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	фізичний факультет, кафедра теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 105 Прикладна фізика та наноматеріали
<b>Викладач дисципліни</b>	Лектор: доцент кафедри теоретичної фізики імені професора Івана Вакарчука, к.ф.-м.н Самар Микола Іванович
<b>Контактна інформація викладача</b>	<a href="mailto:mykola.samar@lnu.edu.ua">mykola.samar@lnu.edu.ua</a> ; <a href="https://physics.lnu.edu.ua/employee/samar-m-i">https://physics.lnu.edu.ua/employee/samar-m-i</a>
<b>Консультації з курсу відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі консультації через електронну пошту або он-лайн засобами Microsoft Teams, Telegram.
<b>Сторінка курсу</b>	
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Теорія функції комплексної змінної» є вибірковою дисципліною для підготовки бакалавра за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», яка викладається в IV семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	Теорія функції комплексної змінної (ТФКЗ) займає важливе місце у навчальному процесі, оскільки є завершальним математичним курсом, що складає основу математичного апарату наступних курсів теоретичної фізики.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Мета: засвоєння студентами тих розділів математики, що виникли в результаті дослідження різних фізичних явищ: теорія функцій комплексної змінної, теорія узагальнених функцій, елементи операційного числення. Завдання: навчити студентів самостійно оперувати з комплексними функціями, узагальненими функціями, обчислювати означені інтеграли із застосуванням теорії лишків, розв'язувати диференціальні рівняння математичної фізики методом інтегральних перетворень,
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	<b>Базова</b> 1. С. С. Піх, О. М. Попель, А. А. Ровенчак, І. І. Тальянський. Методи математичної фізики.– Л., ЛНУ імені Івана Франка.— 2011. 2. С. С. Піх, А. А. Ровенчак, Ю. С. Криницький. 1001 задача з математичної фізики.– Л., ЛНУ імені Івана Франка.— 2006. 3. Наказной, П. О. Комплексний аналіз. Збірник задач – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, – 2021. 4. С. М. Єжов, М. А. Разумова. Теорія функцій комплексної змінної. — К., Видавництво Київський Університет. — 2012. 5. Т. А. Мельник, Комплексний аналіз. — К., Видавництво Київський Університет. — 2015. <b>Допоміжна</b> 1. В.Т. Швець, Вища математика: теорія функцій комплексної змінної, Одеса. Видавництво БМВ. — 2014. 2. А. Свідзінський. Математичні методи теоретичної фізики. – Луцьк: Ред.-вид. відділ “Вежа”.– 2001. <b>Інформаційні ресурси</b> 1. MathWorld: the web most extensive mathematics resource. – <a href="http://mathworld.wolfram.com">http://mathworld.wolfram.com</a> 2. Wikipedia. – <a href="http://www.wikipedia.org">http://www.wikipedia.org</a>
<b>Тривалість курсу</b>	один семестр

<b>Обсяг курсу</b>	120 годин, з яких 64 годин аудиторних занять, з них 32 години лекцій, 32 години практичних занять, та 56 годин самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	В результаті вивчення дисципліни студент повинен <b>знати:</b> основні поняття теорії функцій комплексної змінної, теорії узагальнених функцій, елементи операційного числення. <b>вміти:</b> встановлювати області аналітичності функцій комплексної змінної, обчислювати інтеграли за теоремою Коші про лишки, застосовувати метод інтегральних перетворень до розв'язування рівнянь електродинаміки та квантової механіки, виконувати різні дії над узагальненими функціями, зокрема над дельта-функцією Дірака.
<b>Ключові слова</b>	комплексні числа, функція комплексної змінної, теорія лишків, узагальнені функції, інтегральні перетворення
<b>Формат курсу</b>	Очний
	проведення лекцій, практичних занять і консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Наведено у таблиці 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	залік в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують ґрунтовних знань із дисциплін вищої математики: математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, векторного і тензорного аналізу.
<b>Навчальні методи та техніки, які буде використано під час викладання курсу</b>	Презентація, лекції, дискусія, розв'язок задач, підготовка доповідей. Передбачено ілюстрування лекційного матеріалу схемами та графіками.
<b>Необхідне обладнання</b>	персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми й операційні системи, проектор
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за таким співвідношенням: <ul style="list-style-type: none"> <li>• робота на практичних заняттях під час семестру: 40% сумарної оцінки; максимальна кількість балів — 40 відповідно до такої шкали:  31–40 — активна участь у 7–8 заняттях;  21–30 — активна участь у 5–6 заняттях;  11–20 — активна участь у 3–4 заняттях;  1–10 — активна участь у 1–2 заняттях;  0 — жодної активної участі в лабораторних заняттях;</li> <li>• підсумкова контрольна робота за двома змістовими модулями (по 30 балів): 60% сумарної оцінки; максимальна кількість балів — 60; (6 завдань по 5 балів, де 5 балів — завдання зроблене повністю, 4 --рівень виконання завдання достатній, 3 — рівень виконання завдання задовільний, 1-2 — зроблено перші кроки розв'язання завдання, 0 — нічого не зроблено).</li> </ul> Підсумкова максимальна кількість балів — 100.  <b>Академічна доброчесність</b> здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману. <b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають

	<p>інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, набрані на практичних та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p><b>Додаткові бали</b> можна отримати за результатами неформального та/або інформального навчання по тематиці даного курсу. Визнання та зарахування результатів такого навчання відбувається у відповідності до наданих документів про неформальне та/або інформальне навчання.</p> <p><b>Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.</b></p>
<p><b>Питання на контрольні роботи</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Комплексна змінна. Модуль та аргумент. Означення функції комплексної змінної.</li> <li>2. Похідна функції комплексної змінної. Диференційовність і аналітичність. Умови Даламбера–Ейлера–Коші–Рімана. Однозначні та багатозначні функції. Точки розгалуження багатозначних функцій.</li> <li>3. Інтегрування однозначних функцій. Теорема Коші. Теорема Морери. Інтегральна формула Коші та її наслідки, інтеграл типу Коші. Інтегрування багатозначних функцій.</li> <li>4. Функціональні ряди. Теорема про рівномірну збіжність функціональних рядів.</li> <li>5. Степеневі ряди. Ряди Тейлора. Теорема про степеневі ряди. Ряди Лорана. Область збіжності.</li> <li>6. Означення ізольованої особливої точки функції комплексної змінної та їх класифікація. Теорема про зв'язок характеру особливої точки зі структурою ряду Лорана.</li> <li>7. Означення лишку в особливій точці. Застосування теорії лишків. Обчислення означених інтегралів. Лема Жордана.</li> <li>8. Пряме і обернене інтегральне перетворення Лапласа. Межі застосовності. Властивості перетворення Лапласа. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування звичайних лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, поліноміальними коефіцієнтами.</li> <li>9. Інші інтегральні перетворення. Пряме і обернене перетворення Фур'є. Межі застосовності. Властивості перетворення Фур'є. Зв'язок з перетворенням Лапласа.</li> <li>10. Узагальнені функції. Дельта-функція Дірака. Дельта-функційні послідовності. Функціональні простори. Основні та узагальнені функції. Носій узагальненої функції.</li> <li>11. Дії над узагальненими функціями. Диференціювання узагальнених функцій. Функція Гевісайда. Формули Сохоцького.</li> </ol>
<p><b>Опитування</b></p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

## Схема курсу «Теорія функції комплексної змінної»

Тижні	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
<b>Змістовий модуль 1</b>			
1–2	Л1. Комплексна змінна (алгебраїчна, тригонометрична, експоненціальна форма), модуль та аргумент. Послідовність та границя послідовності. Л2. Означення функції комплексної змінної. Границя функції комплексної змінної. Похідна функції. Умови Даламбера–Ейлера–Коші–Рімана. Однозначні та багатозначні функції. Точки розгалуження багатозначних функцій. П1. Виконання дій над комплексними числами. П2. Тригонометрична форма комплексного числа. <b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b>	Лекції — 4 год. практичні — 4 год. самостійна робота — 7 год.	2 тижні
3–4	Л3. Інтегрування однозначних функцій. Теореми Коші. Теорема Морери. Інтегральна формула Коші та її наслідки, інтеграл типу Коші. Л4. Інтегрування багатозначних функцій. Функціональні ряди. Теорема про рівномірну збіжність функціональних рядів. П3. Функції комплексної змінної. П4. Функції комплексної змінної. <b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b>	Лекції — 4 год. практичні — 4 год. самостійна робота — 7 год.	2 тижні
5–6	Л5. Степеневі ряди. Ряди Тейлора. Теореми про степеневі ряди. Ряди Лорана. Область збіжності. Л6. Означення ізольованої особливої точки функції комплексної змінної та їх класифікація. Теореми про зв'язок характеру особливої точки зі структурою ряду Лорана. П5. Диференціювання функцій комплексної змінної. П6. Диференціювання функцій комплексної змінної. <b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b>	Лекції — 4 год. практичні — 4 год. самостійна робота — 7 год.	2 тижні
7–8	Л.7. Означення лишку в особливій точці. Л.8. Аналітичне продовження. Ріманові поверхні. Конформні відображення. П7. Інтегрування функцій комплексної змінної. П8. Інтегрування багатозначних функцій комплексної змінної. <b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b>	Лекції — 4 год. практичні — 4 год. самостійна робота — 7 год.	2 тижні
<b>Змістовий модуль 2</b>			
9–10	Л.9. Застосування теорії лишків. Обчислення означених інтегралів. Лема Жордана. Л.10. Пряме і обернене інтегральне перетворення Лапласа. Межі застосовності. Властивості перетворення Лапласа. П9. Інтегральна формула Коші П10. Розклад функцій комплексної змінної у степеневі ряди <b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b>	Лекції — 4 год. практичні — 4 год. самостійна робота — 7 год.	2 тижні

Тижні	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
11–12	<p>Л11. Диференціювання та інтегрування функцій-оригіналів та їх зображення. Інтеграл Дюгамеля. Теорема множення Бореля. Згортка функцій. Зображення добутку функцій.</p> <p>Л12. Застосування перетворення Лапласа до розв'язування звичайних лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, поліноміальними коефіцієнтами.</p> <p>П11. Ізольовані особливі точки</p> <p>П12. Обчислення лишків функцій.</p> <p><b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b></p>	<p>Лекції — 4 год.</p> <p>практичні — 4 год.</p> <p>самостійна робота — 7 год.</p>	2 тижні
13–14	<p>Л13. Пряме і обернене перетворення Фур'є. Межі застосовності. Властивості перетворення Фур'є. Зв'язок з перетворенням Лапласа.</p> <p>Л14. Синус-, косинус-перетворення Фур'є. Властивості. Перетворення Мелліна. Зв'язок з перетворенням Лапласа.</p> <p>П13. Обчислення інтегралів за теоремою Коші про лишки.</p> <p>П14. Обчислення інтегралів за теоремою Коші про лишки.</p> <p><b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b></p>	<p>Лекції — 4 год.</p> <p>практичні — 4 год.</p> <p>самостійна робота — 7 год.</p>	2 тижні
15–16	<p>Л15. <math>\delta</math>-функція Дірака. <math>\delta</math>-функційні послідовності. Функціональні простори. Основні та узагальнені функції. Носій узагальненої функції.</p> <p>Л16. Дії над узагальненими функціями. Диференціювання узагальнених функцій. Функція Гевісайда. Формули Сохоцького</p> <p>П15. Лишок у безмежно віддаленій точці.</p> <p>П16. Застосування лишків до обчислення означених інтегралів.</p> <p><b>Література: Б1-Б5, Д1-Д2.</b></p>	<p>Лекції — 4 год.</p> <p>практичні — 4 год.</p> <p>самостійна робота — 7 год.</p>	2 тижні