

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра математичної фізики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
механіко-
математичний
факультет Харитонов О.М..
«*Сергій*» 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Комплексний аналіз
для студентів**

галузь знань 11 «Математика та статистика»
спеціальність 111 «Математика»
освітній рівень перший (бакалавр)
освітня програма «Математика»
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання денна
Навчальний рік 2021/2022
Семестр 5, 6
Кількість кредитів ECTS 7
Мова викладання, навчання та оцінювання українська
Форма заключного контролю іспит

Викладачі: Мельник Тарас Анатолійович, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри математичної фізики

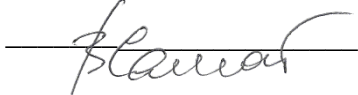
Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2021

Розробник: Мельник Тарас Анатолійович, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри математичної фізики.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри математичної фізики

 Самойленко В.Г.

Протокол №8 від 9 лютого 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від “30” березня 2021 року №8

Голова науково-методичної комісії  професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.

Мета дисципліни – ознайомлення та оволодіння сучасними методами та положеннями комплексного аналізу, теоретичними та практичними навичками розв’язання задач, зокрема, основними методами побудови конформних відображень, розвинень аналітичних функцій в степеневі ряди та ряди Лорана, інтегрування уздовж шляху, застосування теорії лишків.

1. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. *Знати:* основні поняття і властивості дійснозначних функцій однієї змінної та багатьох змінних.
2. *Вміти:* знаходити границі числових послідовностей, знаходити часткові похідні від функцій багатьох змінних, обчислювати інтеграли.
3. *Володіти елементарними навичками:* арифметичних дій над дійсними числами, додавання та віднімання векторів, застосування тригонометричних формул.

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 111 математика освітньої програми «Математика». Дана дисципліна є обов’язковою. У дисципліні «Комплексний аналіз» основна увага приділяється питанням визначення властивостей комплекснозначних аналітичності функцій комплексної змінної, побудові конформних відображень областей, побудові образів областей при вказаних конформних відображеннях, інтегруванню функції комплексної змінної уздовж кривої, побудові розвинення аналітичних функцій в степеневі ряди та ряди Лорана, визначення особливих точок аналітичних функцій та визначення типу особливостей, обчислення лишків функції в ізольованих особливих точках, застосовування теорії лишків до обчислення інтегралів та сум, методи аналітичного продовження, якісні властивості аналітичних функцій.

Викладається у **5 та 6 семестрах 3 курсу** в обсязі **210 год. (7 (3 в п’ятому семестрі та 4 в шостому семестрі) кредитів ECTS)** зокрема: *лекції – всього 64 год. (38 год. у п’ятому семестрі та 26 год. у шостому семестрі), практичні – 36 год. (12 год. у п’ятому семестрі та 24 год. у шостому семестрі), самостійна робота – 106 год. (38 год. у п’ятому семестрі та 68 год. у шостому семестрі).* У курсі передбачено 4 змістових модулі та 4 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна **заліком у п’ятому та іспитом у шостому семестрах.**

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;
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;
- 4) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;
- 5) Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 6) Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань);

- 7) Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;
- 8) Здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
- 9) Здатність використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу;
- 10) Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
- 11) 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;
- 12) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізнити основні ідеї від деталей і технічних викладок
- 13) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізнити правдоподібні аргументи від формально бездоганих;
- 14) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;
- 15) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;
- 16) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;
- 17) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики;
- 18) Здатність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси;
- 19) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних;
- 20) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі;
- 21) Здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків.

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)			
1 семестр				
РН 1.1	Знати означення множини комплексних чисел та різні форми запису комплексних чисел, стереографічної проекції, означення різних типів кривих в комплексній площині, означення однозв'язні та багатозв'язні області.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях, залік, екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді, виконання завдань, винесених на самостійну</i>	10%
РН 1.2	Знати означення аналітичної функції та конформного відображення, теорему			10%

	Коші-Рімана, геометричний зміст модуля та аргументу похідної, властивості гармонічних функцій та спряженої пари гармонічних функцій.		<i>роботу</i>	
PH 1.3	Знати властивості елементарних аналітичних функцій, теорему Рімана про конформні відображення.		<i>Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях, залік, екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%
PH 1.4	Знати поняття інтегралу від неперервної функції уздовж шляху, першу теорему Коші, теореми про існування локальної первісної аналітичної функції, про існування первісної аналітичної функції уздовж шляху, про існування глобальної первісної аналітичної функції, узагальнену теорему Коші та наслідки з неї, інтегральну формулу Коші.			10%
PH 2.1	Вміти записувати комплексні числа в різних формах, добувати корені з комплексних чисел.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 1 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%
PH 2.2	Вміти досліджувати аналітичність функції, відновлювати аналітичну функцію по її дійсній, або уявній частині.			10%
PH 2.3	Вміти обґрунтовувати образи канонічних областей однолистої заданих елементарних конформних відображень; вміти за означенням знаходити інтеграли від комплекснозначних функцій уздовж кусково-гладких кривих.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 2 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях, залік, екзамен, активна робота на лекції, усні відповіді, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	25%
2 семестр				
PH 1.5	Знати теореми: про розклад аналітичних функцій в степеневі ряди, про аналітичність суми степеневих рядів, Ліувілля, Морери, про нулі аналітичної функції, теорему єдиності.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 4 (60% правильних відповідей), екзамен,</i>	10%

PH 1.6	Знати теорему про розклад аналітичних функцій в ряди Лорана, класифікацію ізольованих особливих точок, теореми про вигляд рядів Лорана в проколотих околах ізольованих особливих точках, теорему Сохотського про поведінку функції в околі істотно особливої точки, теорему про мероморфну функцію.		<i>виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	10%
PH 1.7	Знати означення лишків в скінченній точці та в нескінченно віддаленій точці, означення логарифмічного лишку; теорему Коші про лишки та теорему про повну суму лишків, принцип аргументу, теорему Руше.			10%
PH 1.8	Знати принципи аналітичного продовження по неперервності та симетрії Рімана-Шварца; теорему про збереження області, принцип максимуму модуля та лему Шварца.			10%
PH 2.4	Вміти будувати конформні відображення областей, будувати образи областей при вказаних конформних відображеннях.	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 3 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	20%
PH 2.5	Вміти розкласти аналітичні функції в степеневі ряди, ряди Лорана, визначати ізольовані особливі точки аналітичних функцій та визначати тип особливості, обчислювати лишки аналітичних функцій в ізольованих особливих точках, застосовувати теорію лишків до обчислення інтегралів та сум	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота 4 (60% правильних відповідей), екзамен, виконання завдань,</i>	25%

			<i>винесених на самостійну роботу</i>	
РН 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, усні відповіді</i>	<i>5%(по 2,5% в кожному семестрі)</i>
РН 3.2	Вироблення навиків командної роботи			<i>5%(по 2,5% в кожному семестрі)</i>

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати 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 2.1	РН 2.2	РН 2.3	РН 2.4	РН 2.5	РН 3.1	РН 3.2
РН-1 - Знати основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміти сучасні тенденції в математиці;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН-3 - Знати принципи <i>modus ponens</i> (правило виведення логічних висловлювань) та <i>modus tollens</i> (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень;									+	+	+	+	+		
РН-4 - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми;	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН-10 - Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями;									+	+	+	+	+		
РН-11 - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей;									+	+	+	+	+		

PH-12 - Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації;	+		+	+					+				+			+
PH-18 - Знати теоретичні основи і застосовувати методи теорії функцій комплексної змінної (PH-18);	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-24 - Зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій;			+		+	+	+		+		+	+				+
PH-26 - Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми	+	+		+	+				+		+		+			+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

Оцінювання у першому семестрі

- оцінювання впродовж першого семестру:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді студентів: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH3.1, PH3.2 – 10 балів/6 бали;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.1, PH2.2, PH2.3 – 10 балів/6 балів;
 3. Модульна контрольна робота 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2 – 15 балів/9 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: PH1.3, PH1.4, PH2.3 – 15 балів/9 балів;
 5. Розв'язання задач на практичних заняттях: PH2.1, PH2.2, PH2.3 – 10 балів/5 балів;
- Разом 60/35

- підсумкове оцінювання: залік

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.1, PH2.2, PH2.3
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

Оцінювання у другому семестрі

- оцінювання впродовж другого семестру:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді студентів: PH1.5, PH1.6, PH1.7, PH1.8, PH3.1, PH3.2 – 10 балів/6 бали;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.4, PH2.5 – 10 балів/6 балів;
 3. Модульна контрольна робота 3: PH1.3, PH2.4 – 15 балів/9 балів;
 4. Модульна контрольна робота 2: PH1.5, PH1.6, PH1.7, PH2.5 – 15 балів/9 балів;
 5. Розв'язання задач на практичних заняттях: PH2.4, PH2.5 – 10 балів/5 балів;
- Разом 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH1.5, PH1.6, PH1.7, PH1.8, PH2.1, PH2.2, PH2.3, PH2.4, PH2.5
- форма проведення і види завдань: письмова-усна 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.

Модульні контрольні роботи проводяться в час після занять у письмовій формі за практичними та теоретичними питаннями курсу, запропонованих керівником курсу.

Допускається оцінювання за допомогою технологій дистанційного навчання.

В першому 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 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 заліку 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 заліку – письмова. Залікове завдання складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за залік 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>.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 6-му тижні 1 семестру.
2. Модульна контрольна робота №2: на 12-му тижні 1 семестру
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1 та РН2.2 на 6-му тижні, за РН2.3 на 12 тижні 1 семестру

В другому 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.

Форма іспиту – письмово-усна. На екзамен виноситься теоретичний матеріал (розділи 1 – 9 з підручника [1]). Екзаменаційний білет складається із 3 завдань, перше – комплексне завдання, решта два – теоретичні. *На комплексне завдання* виділяється 40 хвилин і студенти пишуть його письмово. Воно оцінюється від 0 до 24 балів. Комплексне завдання складається з формулювання деяких основних означень курсу і перевірка їх на конкретних прикладах, наведення елементарних доведень і розв’язання простих теоретичних завдань на застосування теорем. Весь матеріал, на якому базується

комплексне завдання, був розглянутий на лекціях. Ще 16 балів студент може отримати за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів.

ЗРАЗОК ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

1. **(24b)** Комплексне завдання
2. **(8b)** Теорема про диференційованість комплекснозначної функції.
3. **(8b)** Теорема Руше та доведення за її допомогою основної теореми алгебри.

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.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №3: на 6-му тижні 2 семестру.
2. Модульна контрольна робота №4: на 13-му тижні 2 семестру
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.4 на 6-му тижні, за РН2.5 на 13 тижні семестру

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>.

7.3. Шкала відповідності оцінок

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

1-й семестр

теми	Назва теми I семестр	Кількість годин			
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульна контрольна робота
Змістовий модуль 1 "Комплексна площина. Диференційовані функції"					
1	Комплексні числа та криві в комплексній площині. Топологічні поняття в комплексній площині.	4	4	8	
2	Диференційованість функцій комплексної змінної. Гармонічні функції. Конформні	8	4	8	2

	відображення. Геометричний зміст модуля та аргумента похідної функції.				
Змістовий модуль 2 "Властивості аналітичних функцій та інтегрування функцій комплексної змінної"					
3	Елементарні аналітичні функції та їх властивості: лінійна та дробово-лінійна функції, степенева функція та обернена до неї та її поверхня Рімана, експоненціальна функція та логарифмічна функція та її поверхня Рімана, функція Жуковського, тригонометричні функції.	10	4	10	2
4	Інтегрування функцій комплексної змінної.	10	-	8	
5	Степеневі ряди	6	-	4	
Всього годин за I семестр		38	12	62	4

2-й семестр

теми	Назва теми II семестр	Кількість годин			
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Модульна контрольна робота
Змістовий модуль 3 "Конформні відображення та степеневі ряди"					
1	Конформні відображення	-	8	10	2
Змістовий модуль 4 "Розвинення аналітичних функцій в ряди Лорана. Ізольовані особливі точки. Знаходження лишків. Обчислення інтегралів від функцій комплексної змінної. Якісні властивості алітичних функцій"					
2	Ряди Лорана. Особливі точки аналітичних функцій.	6	8	26	
3	Теорія лишків. Обчислення інтегралів за допомогою теорії лишків	10	8	22	2
4	Аналітичний елемент. Принципи аналітичних продовжень.	4	-	10	
5	Якісні властивості аналітичних функцій.	6	-	10	

	Теорема Рімана.				
Всього годин за II семестр	26	24	68	4	

Загальний обсяг 210 годин, у тому числі:

лекції – 64 годин,

практичні заняття – 36 годин,

консультації – 10 годин,

самостійна робота – 106 годин.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

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. Бородін, 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. Краткий курс теории аналитических функций. – М.: Наука, 1978.
5. Гольдберг А.А., Шеремета М.М., Заблоцький М.В., Скасків О.Б. Комплексний аналіз. – Львів: Афіша, 2002.
6. Сидоров Ю.В., Федорюк М.В., Шабунин М.И. Лекции по теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1982.

Додаткові:

1. Бицадзе А.В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1984.
2. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. – М.: Наука, 1973.
3. Волковыский Л.И., Лунц Г.Л., Абрамович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного.
4. Грищенко А.Е., Нагнибида Н.И., Настасьев П.П. Теория функций комплексного переменного. Решения задач. – Киев: Выща школа, 1986.