



**Волинський національний університет імені Лесі Українки
Кафедра теорії функцій та методики навчання математики**

СИЛАБУС

обов'язкового освітнього компонента

КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	01 Освіта/ Педагогіка
Спеціальність	014 Середня освіта (Математика)
Освітня програма	Середня освіта. Математика
Форма навчання	Денна
Розробник (викладач)	Гембарська Світлана Борисівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент; Харкевич Юрій Іліодорович, кандидат фізико- математичних наук, професор.
Контактна інформація	Електронна адреса викладача: hembarska.svetlana@vnu.edu.ua Телефон: 050-985-5115
Семестр, курс	5 семестр, III курс
Обсяг освітнього компонента	Загальний обсяг: 6 кредитів / 180 годин. Аудиторних годин: 108; з них: лекцій – 52 год., практичних – 56 год. Самостійної роботи: 60 годин.
Форма контролю	Екзамен
Час занять	Тижневих годин – 6 год. Аудиторні заняття проводяться за розкладом: http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi Консультації викладача відповідно затвердженого графіку.
Анотація курсу	«Комплексний аналіз» належить до переліку освітніх компонент фундаментальної, природничо-наукової підготовки, забезпечує професійну підготовку сучасного математика, включає вивчення основних понять комплексного аналізу (поняття поля комплексних чисел, операцій над комплексними числами, основних елементарних функцій комплексної змінної та їх властивостей тощо), а також вироблення у студентів глибоких знань основ класичного аналізу та вміння застосовувати ці знання на практиці при дослідженні та розв'язанні конкретних задач, зокрема деякі теми комплексного аналізу можна розглядати при вивченні математики в середній школі.
Предреквізити	Основи теорії диференціального та інтегрального числення, що вивчаються в «Математичному аналізі»; комплексні числа, що вивчаються в «Лінійній алгебрі»; елементарна математика в обсязі програми загально освітньої школи.
Постреквізити	Закласти теоретичний і практичний фундамент для оволодіння такими освітніми компонентами як «Функціональний аналіз», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Методи розв'язування олімпіадних і конкурсних задач з математики» тощо; прищепити студентам уміння використовувати математичні методи для розв'язання творчих задач та обробки даних наукових досліджень, формувати вміння здійснювати аналіз, контроль і оцінку результатів своєї праці.

<p style="text-align: center;">Мета вивчення освітнього компонента</p>	<p>Мета вивчення курсу «Комплексний аналіз» полягає у формуванні особистості, формуванні навичок застосування методів теорії функції комплексної змінної до розв'язування задач, формуванні у студентів розуміння предмету та методів теорії множин, формуванні таких загальних та спеціальних компетентностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях (ЗК1) • Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК2) • Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі (ЗК4) • Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмета (ФК1) • 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 (ПК2) • Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок; здатність конструювати формальні доведення з аксіом та раніше доведених тверджень і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих (ПК3) • Здатність діяти за заданими базовими математичними алгоритмами, здійснювати їх вибір і застосування; набувати поглиблені когнітивні та практичні уміння і навички необхідні для конструювання алгоритмів, описання способів розв'язання математичних задач у вигляді алгоритмічного припису (ПК7)
<p>Результати навчання</p>	<p>Вивчення комплексного аналізу сприяє тому, що здобувачі будуть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Демонструє знання основ фундаментальних і прикладних наук (відповідно до предметної спеціальності), оперує базовими категоріями та поняттями предметної області спеціальності (РН7) • Генерує обґрунтовані думки в галузі професійних знань як для фахівців, так і для широкого загалу державною та іноземною мовами (РН8) • Демонструє володіння сучасними технологіями пошуку наукової інформації для самоосвіти та застосування її у професійній діяльності (РН10) • Демонструє знання фундаментальної математики на рівні теоретичних основ і застосовує методи алгебри, математичного аналізу, дискретної математики, аналітичної та диференціальної геометрії, топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії функцій комплексної змінної для досягнення інших результатів освітньої програми (ПРН2) • Називає принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовує умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень (ПРН3) • Вибирає математичні методи розв'язування задач, враховує

	<p>умови виконання математичних тверджень, коректно проектує умови та твердження на нові класи об'єктів, аналізує і упорядковує відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (ПРН10)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Генерує в учнів/здобувачів розуміння основ математичного моделювання, готовність до застосування моделювання для розв'язування задач, формування математичних компетентностей учнів (ПРН12)
--	---

Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Конс.	Сам. роб.	*Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль I. . Поле комплексних чисел. Границя, неперервність та аналітичність функції комплексної змінної.						
Тема 1. Поле комплексних чисел.	6	2	2		2	УО, РЗ/К/
Тема 2. Тригонометрична форма запису комплексного числа.	6	2	2		2	УО, РЗ/К/
Тема 3. Геометрія на комплексній площині.	11	4	4	1	2	УО, РЗ/К/
Тема 4. Функції комплексної змінної.	15	4	6	1	4	УО, РЗ/К/
Тема 5. Елементарні функції та конформні відображення за допомогою елементарних функцій	19	6	8	1	4	УО, РЗ/К/
Разом за модулем I	57	18	22	3	14	5
Змістовий модуль II. Диференціювання та інтегрування функції комплексної змінної.						
Тема 6. Диференціювання функції комплексної змінної.	12	4	4	1	3	УО, РЗ/К/
Тема 7. Аналітичність функції.	12	4	4	1	3	УО, РЗ/К/
Тема 8. Інтегрування функції комплексної змінної.	19	6	6	1	6	УО, РЗ/К/
Разом за модулем II	43	14	14	3	12	5

Змістовий модуль III. Степеневі ряди та ряд Лорана.						
Тема 9. Ряди на комплексній площині.	13	4	4	1	4	УО, РЗ/К/
Тема 10. Особливі точки аналітичних функцій	13	4	4	1	4	УО, РЗ/К/
Разом за модулем III	26	8	8	2	8	5
Змістовий модуль IV. Лишки. Основні принципи комплексного аналізу.						
Тема 11. Лишки.	15	4	4	1	6	УО, РЗ/К/
Тема 12. Обчислення інтегралів	17	4	4	1	8	УО, РЗ/К/
Тема 13. Класифікація аналітичних функцій	11	2	2	1	6	УО, РЗ/К/
Тема 14. Аналітичне продовження.	11	2	2	1	6	УО, РЗ/К/
Разом за модулем IV	54	12	12	4	26	5
ІНДЗ 1						10
ІНДЗ 2						10
Модульна контрольна робота 1						30
Модульна контрольна робота 2						30
Всього годин / Балів	180	52	56	12	60	100

Форма контролю*: УО – усне опитування, РЗ/К – розв’язування задач/кейсів, ІНДЗ – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти.

Завдання для самостійного опрацювання

Самостійна робота здобувачів освіти включає:

1. Підготовка до практичних занять – 16 год;
2. Вивчення тем, що виносяться на самостійне опрацювання – 18 год;
3. Виконання ІНДЗ – 16 год;
4. Систематизація вивченого матеріалу перед екзаменом – 10 год.

Оцінювання

Оцінювання навчальних досягнень з комплексного аналізу здійснюється за 100 бальною шкалою. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань, самостійне розв’язання індивідуальних завдань) та підсумковий модульний контроль (письмові модульні контрольні роботи). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи (МКР). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час модульного контролю за семестр складає 60 балів.

Студентам, які брали участь у роботі конференцій, підготовці наукових публікацій, участь в конкурсах студентських наукових робіт можуть присуджуватися додаткові (бонусні) бали, які зараховуються як результати поточного контролю.

Згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 11 вересня 2020 року (https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia_%20vyznannia_rezultativ_navchannia_formalnii.pdf) студенту можуть бути зараховані результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Передбачається виконання індивідуальних завдань. Варіант ІНДЗ включає себе набір задач, що охоплюють вивчений курс. Письмові модульні контрольні роботи містять типові задачі із змістовних модулів (перша контрольна робота з тем 1-8, друга контрольна робота з тем 9-14).

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і студент погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання екзамену. В іншому разі студент складає екзамен; максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Екзамен проходить у письмовій формі.

Студенту на екзамені пропонується дати розгорнуту відповідь на два теоретичні питання і розв'язати 2 задачі, по одній із кожної модульної контрольної роботи. Оцінка за семестр у випадку складання екзамену є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену.

Критерії поточного оцінювання

При роботі здобувача на практичних заняттях оцінюються: систематичність роботи на практичних заняттях, рівень знань, продемонстрований у відповідях при усному опитуванні, активність при обговоренні питань. За змістовні модулі здобувач може отримати максимально 5 балів, Разом за роботу на практичних заняттях здобувач може отримати максимально 20 балів.

До поточного оцінювання відносяться також бали за ІНДЗ. Оцінювання ІНДЗ здійснюється за 10- бальною шкалою. ІНДЗ подається викладачеві, який читає лекційний курс з даної дисципліни, не пізніше, ніж за тиждень до модульної контрольної роботи. За виконання двох ІНДЗ здобувач може максимально отримати 20 балів.

10-9 балів ставиться в тому випадку, коли студент правильно розв'язує всі завдання, повністю описує пояснення ходу розв'язання, допускає лише неточності в оформленні чи помилку в обчисленні.

8-7 балів ставиться тоді, коли студент не повністю дослідив поставлені завдання або допустив деякі неточності (допустив помилки в обчисленнях або виконав 80% завдань.)

6-5 балів ставиться в тому випадку, коли студент не повністю розв'язав задачу або допускає помилки при розв'язанні практичних завдань, але виконано правильно не менше 70% від всіх даних йому завдань.

4-3 бали ставиться, коли студент під час розв'язування пропустив суттєві моменти розв'язання або допустив грубі помилки, виконав не менше 30% від загальної кількості запропонованих йому завдань.

2-1 бали ставиться, коли при підготовці ІНДЗ студент під час роботи показав незнання основних методів розв'язання, допустив грубі помилки, виконав менше 30 % від загальної кількості запропонованих йому завдань.

0 балів ставиться, якщо студент не здав ІНДЗ або жодного завдання не виконав правильно.

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

Заплановано дві модульні контрольні роботи по 30 балів кожна.

27 – 30 балів ставиться, якщо студент правильно розв'язав практичні завдання, вміє пояснити методику розв'язання та зміст застосовуваного понятійного апарату і формул. Вміє аргументувати свої думки.

23 – 26 балів ставиться, якщо студент показує знання методики розв'язання практичних завдань та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені окремі незначні помилки у розв'язанні.

18 – 22 балів ставиться, якщо студент показує знання методики розв'язання практичних завдань та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені помилки у розв'язанні не дають можливості зробити правильні висновки.

11 – 17 балів ставиться, якщо студент частково розв'язав практичні завдання, але не аргументував свою відповідь, помилився у використанні понятійного апарату та методики розв'язання задачі.

5 – 10 балів ставиться, якщо студент погано засвоїв основні поняття, не вмів розв'язувати більшість типових задач, допускає суттєві помилки.

0 – 4 балів ставиться, якщо студент неправильно розв'язав практичні завдання, показав незадовільне знання понятійного апарату, або взагалі нічого не відповів.

Перелік питань до екзамену

1. Алгебраїчна форма комплексного числа.
2. Геометрична інтерпретація комплексних чисел. Тригонометрична, показникова форми.
3. Множення і ділення комплексних чисел, записаних в різних формах.
4. Піднесення до степеня і добування кореня з комплексного числа.
5. Поняття розширеної комплексної площини. Сфера Рімана. Формули стереографічної проєкції.
6. Означення функції комплексної змінної. Однозначні і багатозначні функції. Однолисті і багатолісті функції.
7. Елементарні функції комплексної змінної: e^z , тригонометричні функції, гіперболічні функції.
8. Означення показникової функції комплексної змінної та її властивості.
9. Означення логарифмічної функції комплексної змінної та її властивості.
10. Означення будь-якого комплексного степеня від будь-якого ненульового комплексного числа.
11. Обернені тригонометричні функції та їх властивості.
12. Границя і неперервність функції. Похідна.
13. Означення диференційовної функції в точці. Теорема про зв'язок між диференційованістю функції в точці та існуванням похідної функції в цій точці
14. Необхідна і достатня умова диференційованості функції комплексної змінної.
15. Аналітичні функції. Гармонійні функції. Зв'язок аналітичних функцій з гармонійними.
16. Відновлення аналітичної функції за її дійсною та уявною частиною.
17. Геометричний зміст аргументу і модуля похідної функції комплексної змінної.
18. Конформні відображення: лінійна функція $w = az + b$.
19. Конформні відображення: дробово – лінійна функція $w = a \frac{z+b}{z+d}$.
20. Функція Жуковського.
21. Конформні відображення. Означення, властивості, принцип відповідності меж і областей. Теорема Рімана.
22. Означення інтеграла від функції комплексної змінної. Основні властивості.
23. Інтегральна теорема Коші.
24. Наслідки інтегральної теореми Коші.
25. Первісна. Теорема Морера.
26. Інтегральна формула Коші. Інтеграл Коші.
27. Розвинення аналітичної функції у степеневий ряд.
28. Нерівність Коші для коефіцієнтів степеневого ряду. Теорема Ліувілля і основна теорема алгебри комплексних чисел.
29. Властивість єдиності аналітичних функцій.
30. Похідні від інтеграла Коші.
31. Теорема Вейерштрасса про рівномірно збіжні ряди аналітичних функцій.
32. Принцип максимуму модуля та наслідки з нього.
33. Функціональні ряди, рівномірна збіжність, теорема Вейерштрасса, властивості сум функціональних рядів.
34. Степеневі ряди. Теорема Абеля. Круг збіжності ряду.
35. Розклади основних елементарних функцій у степеневі ряди.
36. Ряд Лорана і теорема Лорана.
37. Класифікація ізольованих особливих точок.

38. Нескінченно віддалена точка як особлива точка аналітичної функції.
39. Найпростіші класи аналітичних функцій.
40. Поняття лишку і його обчислення.
41. Основна теорема про лишки.
42. Принцип аргументу.
43. Поняття про аналітичне продовження.
44. Непродовжувані аналітичні функції.
45. Аналітичне продовження дійсної функції дійсної змінної у комплексну площину.
46. Особливі точки на колі збіжності.
47. Безпосереднє аналітичне продовження.

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з формою контролю – екзамен

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	необхідне перекладання

Вирішення конфліктних ситуацій

Будь-яка конфліктна ситуація, яка виникає в учасників освітнього процесу вирішується згідно «Положення про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ВНУ імені Лесі Українки» (<https://tinyurl.com/4exy339t>).

Політика викладача щодо здобувача освіти

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту (<https://vnu.edu.ua/uk/statut-snu-imeni-lesi-ukrayinki>) і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки (<https://tinyurl.com/yvmvfkvyv>), загальноприйнятих моральних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності. Атмосфера на заняттях повинна бути творчою, відкритою до конструктивної критики. Недопустимі запізнення на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; списування. Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, навчання в рамках програм академічної мобільності) навчання може відбуватися в онлайн формі за погодженням із викладачем.

Політика щодо академічної доброчесності

Кожен студент повинен ознайомитися і слідувати Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://tinyurl.com/5n7bx466>), дотримуватись етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі запозичень ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право.

Під час оцінювання результатів навчання студенти не користуються забороненими засобами (мобільний телефон, планшет, конспект, навчальна література, інші джерела інформації, в тому числі Інтернет-ресурси), самостійно виконують запропоновані завдання.

Політика щодо дедлайнів та перекладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують всі завдання для аудиторних занять, всі домашні завдання. Прозвітуватися про виконання завдань можна під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу.

Перекладання модульних контрольних робіт не допускається. Індивідуальні завдання, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (бали будуть знижені на 10%).

Опитування

По завершенню курсу студентам буде надано анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу.

Рекомендована література

1. Коренков М.Є., Кальчук І.В., Харкевич Ю.І. Комплексний аналіз : підручник. Луцьк : СПД Гадяк Жанна Володимирівна, 2019. 470 с.
2. Многочисні аналітичні функції (спецкурс) / М.Є. Коренков та ін. Луцьк : Волинська обласна друкарня, 2013. 72 с.
3. Харкевич Ю.І., Кальчук І.В. Вступ до математичного аналізу. Луцьк : Редакційно-видавничий відділ "Вежа" Волинського національного університету імені Лесі Українки, 2010. 146 с.
4. Коренков М.Є. Комплексний аналіз : методичні вказівки. Ч. І. Луцьк : Вежа, 2003. 34 с.
5. Комплексний аналіз / А.А. Гольдберг та ін. Львів : Афіша, 2002. 203 с.
6. Павлова Л. В., Редькіна О.І. Теорія аналітичних функцій : збірник вправ. Київ : Вища школа, 1980. 213 с.
7. Комплексний аналіз. Приклади і задачі / В.Г. Самойленко та ін. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2010. 320 с.

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми



Швай О.Л.

Затверджено на засіданні кафедри теорії функцій та методики навчання математики протокол № 1 від 6 вересня 2023 р.

Завідувач кафедри



Гембарська С.Б.