



НАЗВА КУРСУ

ВИЩА МАТЕМАТИКА ЧАСТИНА 3. РЯДИ. ТЕОРІЯ ФУНКЦІЇ КОМПЛЕКСНОЇ ЗМІННОЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології виробництва літальних апаратів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 годин), з них лекції 4 години, практичні заняття 6 годин, самостійна робота 110 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ Розрахункова робота</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті університету http://roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектори та викладачі практичних занять кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь https://mph.kpi.ua/osobovij-sklad.html</i>
Розміщення курсу	<i>Визначається лектором відповідної частини курсу (посилання на дистанційний ресурс в Moodle, Google classroom, інформаційні ресурси в бібліотеці університету та на сайті кафедри, тощо) та доводиться до відома студентів на першому занятті</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Вища математика. Частина 3. Ряди. Теорія функції комплексної змінної» є третьою заключною частиною обов'язкової компоненти «Вища математика», що входить до циклу професійної підготовки бакалаврів відповідної освітньо-професійної програми за спеціальністю «131 Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здібностей до володіння основними поняттями та методами теорії числових та функціональних рядів, функції комплексної змінної, операційного числення; використовувати теоретичний матеріал для розв'язання типових задач з даних тем; застосовувати отримані знання, уміння та навички для розв'язання прикладних задач математики, механіки, фізики та у своїй повсякденній практичній діяльності; до самостійного використання та вивчення математичної літератури та інших інформаційних джерел.

Завдання навчальної дисципліни полягає у формуванні у студентів наступних здатностей:

згідно матриці відповідності програмних компетентностей

– загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

– фахові компетентності:

ФК1. Здатність до аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

згідно матриці відповідності програмних результатів навчання в освітній програмі

– РН1. Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи;

– **знання:** основних понять та методів теорії числових та функціональних рядів, застосування їх до наближених обчислень, поняття функції комплексної змінної, операційного числення, розв'язування за допомогою перетворення Лапласа диференціальних та інтегральних рівнянь.

– **уміння:** досліджувати на збіжність числові ряди, знаходити область збіжності функціонального ряду, використовувати степеневі ряди для наближених обчислень, знаходити похідні функції комплексної змінної, обчислювати інтеграли від функції комплексної змінної, подавати функцію комплексної змінної у вигляді ряду Тейлора або Лорана, використовувати перетворення Лапласа для розв'язування звичайних диференціальних рівнянь та систем таких рівнянь.

– **досвід:** навчитися працювати самостійно з навчальними посібниками, довідниками та іншою навчальною літературою; вміти застосовувати набуті знання з математики до розв'язування різноманітних задач.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна «Вища математика. Частина 3. Ряди. Теорія функції комплексної змінної» викладається в третьому семестрі на базі попередніх двох частин «Вища математика. Частина 1. Диференціальне та інтегральне числення функції однієї змінної» та «Вища математика. Частина 2. Диференціальне та інтегральне числення функції багатьох змінних. Диференціальні рівняння», які вивчалися в попередніх двох семестрах. Дана дисципліна забезпечує такі дисципліні, як «Теоретична механіка», «Механіка рідини і газу» гідно структурно-логічній схемі відповідної освітньо-професійної програми.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 11. Числові ряди.

Тема 11.1. Основні поняття та означення числових рядів. Властивості числових рядів. Необхідна ознака збіжності числового ряду.

Тема 11.2. Знакододатні числові ряди. Достатні ознаки збіжності.

Тема 11.3. Знакозмінні ряди. Ознака Лейбніца. Абсолютна і умовна збіжності.

Розділ 12. Функціональні ряди.

Тема 12.1. Поняття функціонального ряду. Рівномірна збіжність функціонального ряду. Ознака Вейерштрасса. Неперервність суми функціонального ряду. Почленне диференціювання та інтегрування функціональних рядів.

Тема 12.2. Поняття степеневого ряду. Теорема Абеля. Інтервал та радіус збіжності степеневого ряду. Властивості степеневих рядів.

Тема 12.3. Ряди Тейлора і Маклорена. Розвинення елементарних функцій в ряд Маклорена.

Тема 12.4. Застосування степеневих рядів до наближених обчислень, границь функції, обчислення визначених інтегралів та розв'язання задач Коші для диференціальних рівнянь.

Розділ 13. Ряди Фур'є.

Тема 13.1. Поняття про тригонометричний ряд Фур'є. Формули для обчислення коефіцієнтів ряду Фур'є. Достатні умови подання функції через її ряд Фур'є.

Тема 13.2. Ряд Фур'є для парних та непарних функцій. Ряд Фур'є для $2l$ - періодичної функції.

Тема 13.3. Ряди Фур'є для функцій, заданих на відрізку $[0;l]$ або на відрізку $[a;b]$.

Розділ 14. Елементи теорії функцій комплексної змінної.

Тема 14.1. Поняття функції комплексної змінної. Комплексні числа. Геометричне зображення, форми запису та дії над комплексними числами. Границя та неперервність функції комплексної змінної. Основні елементарні функції комплексного змінного. Означення, властивості.

Тема 14.2. Диференціювання функції комплексної змінної. Умови Коші – Рімана. Аналітичність функції комплексної змінної. Спряжені гармонічні функції.

Тема 14.3. Геометричний зміст аргументу та модуля похідної функції комплексної змінної. Поняття про конформні відображення.

Тема 14.4. Інтегрування функції комплексної змінної. Означення, властивості та правила обчислення. Формула Ньютона-Лейбніца. Інтеграл Коші. Інтегральна формула Коші.

Тема 14.5. Степеневі ряди в комплексній області. Ряди Тейлора і Лорана.

Тема 14.6. Класифікація ізольованих особливих точок. Лишки функції та їх застосування для обчислення інтегралів.

Розділ 15. Операційне числення.

Тема 15.1. Означення перетворення Лапласа. Перетворення Лапласа деяких елементарних функцій.

Тема 15.2. Основні властивості перетворення Лапласа. Зображення згортки двох функцій. Формула Дюамеля. Таблиця оригіналів та зображень.

Тема 15.3. Обернене перетворення Лапласа. Теореми розвинення. Формула Рімана – Мелліна. Знаходження оригінала за зображенням. Розклад зображення на суму елементарних дробів.

Тема 15.4. Застосування перетворення Лапласа. Розв'язування диференціальних рівнянь, систем диференціальних рівнянь

Тема 15.5. Інтеграл Фур'є та перетворення Фур'є. Комплексна форма ряду Фур'є.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Герасимчук В.С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах. Частина 3. Кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли. Елементи теорії поля. Ряди. Прикладні задачі : навчальний посібник для студентів вищих технічних закладів / В. С. Герасимчук, Г. С. Васильченко, В. І. Кравцов – К.: Книги України, 2014. – Ч. 3. – 399 с. – ISBN 978-966-2331-04-2.
2. Дубовик В. П. Вища математика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. – 4-те вид. – К. : Ігнатекс–Україна, 2013. – 648 с. – 500 пр. – ISBN 978- 966-97049-3-1.
3. Журавська Г.В. Методичні вказівки та варіанти типово-розрахункових робіт з вищої математики. Ряди / Уклад.: Г.В. Журавська, І.М. Копась, Г.М. Кулик, Н.В.Рева, Н.В.Степаненко – К.: НТУУ «КПІ», 2013 - 52 с. - Електронні ресурси:
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27851>
4. Журавська Г.В. Завдання до розрахункової роботи: Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення / Уклад.: Г.В. Журавська, І.М., Копась, Н.В. Рева –К.: НТУУ «КПІ», 2015 – 29 с. - Електронні ресурси:
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43549>
5. Журавська, Г. В. Теорія функції комплексної змінної [Електронний ресурс] : навчальний посібник для інженерних спеціальностей / Г. В. Журавська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,26 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017 – 92с. – Назва з екрана.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19900>
6. Журавська Г.В. Операційне числення. Навчальний посібник для інженерних спеціальностей / Уклад.: Г. В. Журавська, Т. О. Карпалюк, І. М. Копась, Н. В. Рева – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 79 с. - Електронні ресурси:
<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23490>

Додаткова

7. Дудкін, М. Є. Вища математика : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за інженерними спеціальностями / М. Є. Дудкін, О. Ю. Дюженкова, І. В. Степахно ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,96 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 449 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/51064>

8. Зайцев Є. П. Вища математика: інтегральне числення функцій однієї та багатьох змінних, звичайні диференціальні рівняння, ряди: навч. посіб. / Є. П. Зайцев. – К.: Алерта, 2018. – 608 с.

Інформаційний ресурс

9. Журавська Г.В., Карпалюк Т.О., Копась І. М. Дистанційний курс “Вища математика-3. Ряди. Теорія функції комплексної змінної” для бакалаврів 2-го курсу спеціальності 131 Прикладна механіка // 27,7 Мб (25,7 ум.др.арк.). Київ: НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського», ППО, 2022. (інформаційний ресурс (елемент) системи дистанційного навчання на базі платформи ДН «Сікорський») – Адреса розміщення:
<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1656>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика вивчення даної дисципліни є традиційною: на лекціях подається теоретичний матеріал та наводяться приклади розв'язування основних тематичних задач. На практичних заняттях студенти опрацюовують теоретичний та практичний матеріал, розв'язуючи задачі, подібні до розглянутих на лекціях. Для самостійної роботи та кращого засвоєння матеріалу студентам задаються домашні завдання та індивідуальні завдання розрахункової роботи. Перевірка рівня знань та засвоєння матеріалу проводиться за допомогою різноманітних контрольних заходів: тематичні контрольні роботи, експрес-контрольні, математичні диктанти, виконання та захист розрахункової роботи. Оцінювання таких робіт проводиться у відповідності до положення про рейтингову систему оцінювання успішності студентів з даної дисципліни.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання СРС)
1	Основні поняття та означення числових рядів. Властивості числових рядів. Необхідна ознака збіжності числового ряду. Знакододатні числові ряди. Достатні ознаки збіжності. Ознаки порівняння. Ознака Даламбера. Радикальна та інтегральна ознаки Коші.
2	Поняття функції комплексної змінної. Диференціювання функції комплексної змінної. Умови Коші – Рімана. Аналітичність функції комплексної змінної. Інтегрування функції комплексної змінної. Означення, властивості та правила обчислення. Формула Ньютона-Лейбніца.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання СРС)
1	Поняття степеневого ряду. Теорема Абеля. Інтервал та радіус збіжності степеневого ряду.
2	Ряди Тейлора і Маклорена. Розкладання елементарних функцій в ряд Маклорена.
3	Означення перетворення Лапласа. Перетворення Лапласа деяких елементарних функцій. Основні властивості перетворення Лапласа. Таблиця оригіналів та зображень.

6. Самостійна робота студента

На самостійну роботу студента (СРС) відводиться 110 годин навчального часу.

До СРС відносяться: опрацювання лекцій, підготовка до аудиторних занять, виконання домашніх завдань, самостійне опрацювання деяких тем навчальної дисципліни (70 год.), виконання завдань розрахункової роботи (10 год.), підготовка до іспиту (30 год.).

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 11. Числові ряди		
1	Тема 11.3. Знакозмінні ряди. Ознака Лейбніца. Абсолютна і умовна збіжності.	2
Розділ 12. Функціональні ряди		
2	Тема 12.1. Поняття функціонального ряду. Рівномірна збіжність функціонального ряду. Ознака Вейерштрасса. Неперервність суми функціонального ряду. Почленне диференціювання та інтегрування функціональних рядів. Тема 12.2. Властивості степеневих рядів. Тема 12.4. Застосування степеневих рядів до наближених обчислень, границь функції, обчислення визначених інтегралів та розв'язання задач Коші для диференціальних рівнянь.	14
Розділ 13. Ряди Фур'є		
3	Тема 13.1. Поняття про тригонометричний ряд Фур'є. Формули для обчислення коефіцієнтів ряду Фур'є. Достатні умови подання функції через її ряд Фур'є. Тема 13.2. Ряд Фур'є для парних та непарних функцій. Ряд Фур'є для $2l$ -періодичної функції. Тема 13.3. Ряди Фур'є для функцій, заданих на відрізку $[0; l]$ або на відрізку $[a; b]$.	14
Розділ 14. Елементи теорії функцій комплексної змінної		
4	Тема 14.1. Поняття функції комплексної змінної. Комплексні числа. Геометричне зображення, форми запису та дії над комплексними числами. Границя та неперервність функції комплексної змінної. Основні елементарні функції комплексного змінного. Означення, властивості. Тема 14.2. Спряжені гармонічні функції. Тема 14.3. Геометричний зміст аргументу та модуля похідної функції комплексної змінної. Поняття про конформні відображення. Тема 14.4. Інтеграл Коші. Інтегральна формула Коші. Тема 14.5. Степеневі ряди в комплексній області. Ряди Тейлора і Лорана. Тема 14.6. Класифікація ізольованих особливих точок. Лишки функції та їх застосування для обчислення інтегралів.	20
Розділ 15. Операційне числення		
5	Тема 15.2. Основні властивості перетворення Лапласа. Зображення згортки двох функцій. Формула Дюамеля. Таблиця оригіналів та зображень. Тема 15.3. Обернене перетворення Лапласа. Теореми розвинення. Формула Рімана – Мелліна. Знаходження оригінала за зображенням. Розклад зображення на суму елементарних дробів. Тема 15.4. Застосування перетворення Лапласа. Розв'язування диференціальних рівнянь, систем диференціальних рівнянь. Тема 15.5. Інтеграл Фур'є. Інтеграл Фур'є для парних і непарних функцій. Інтеграл Фур'є в комплексній формі. Перетворення Фур'є.	20

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Заняття проводяться в навчальних аудиторіях згідно розкладу. Також заняття можуть проводитись онлайн з використанням засобів відео зв'язку за умови однозначної ідентифікації

здобувача вищої освіти. Проведення занять онлайн повинно бути передбачене відповідним наказом по КПІ ім. Ігоря Сікорського.

Система вимог, які викладач ставить перед студентом та PCO результатів навчання оголошуються студентам на першому занятті.

Відвідування занять

Відсутність на лекціях та на практичних заняттях не карається штрафними балами, проте студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються уміння й навички, необхідні для виконання практичних завдань, семестрової індивідуальної роботи та успішного складання іспиту.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і педагогічних працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, тестування, розрахункова робота.

Семестровий контроль: екзамен.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з навчальної дисципліни розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- роботу на практичних заняттях (3 занять);
- виконання розрахункової роботи.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях може включати усне чи письмове опитування для перевірки знань теоретичного матеріалу; розв'язування практичних задач біля дошки чи невеликі за часом письмові роботи для перевірки вміння студента застосувати теоретичні знання до розв'язання прикладних задач. Робота оцінюється в

– **10 балів** при точній відповіді на поставлене запитання, правильному записі формул, вмінні застосувати необхідні методи, формули для розв'язання практичної задачі;

– **5 балів** при нечіткому формулюванні основних теоретичних положень, формул або розв'язанні задачі з допомогою викладача;

– **0 балів** при незнанні формул, теорем та нездатності застосувати їх до розв'язання поставлених задач;

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $10 \text{ балів} \times 3 = 30 \text{ балів}$.

У випадку дистанційного навчання бали за роботу на практичних заняттях нараховуються за виконання студентами протягом семестру тестів у Moodle на базі платформи Сікорський.

2.2. Виконання розрахункової роботи.

Максимальна кількість балів за виконану розрахункову роботу – 30 балів.

- виконані та захищені (студент може розв'язати будь-яке завдання зі своєї розрахункової роботи або аналогічне завдання) всі завдання з урахуванням вимог до роботи, можливі незначні недоліки при оформленні результату — 27-30 балів, «відмінно»;
- виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки — 23-26 балів, «добре»;

- є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки — 18-22 балів, «задовільно»;
- завдання не виконано або допущено грубі помилки, роботу не зараховано — 0-17 балів, «незадовільно».

Студент має вчасно здавати завдання розрахункової роботи на перевірку, термін здачі частин розрахункової роботи визначається викладачем. Повністю виконану розрахункову роботу студент повинен подати не пізніше ніж за тиждень до екзамену, щоб викладач мав час для перевірки цієї роботи і студент мав змогу її захистити. У разі порушення цього дедлайну студент вважається недопущеним до екзамену основної сесії. У подальшому студент для отримання допуску до екзамену додаткової сесії може здати та захистити свою розрахункову роботу тільки на мінімальну позитивну оцінку, що складає 60 відсотків від максимально можливої кількості балів за розрахункову роботу.

У випадку дистанційного навчання виконання розрахункової роботи перевіряється за висланими фотографіями написаної роботи на електронну пошту викладача (або іншу платформу, в залежності від домовленості з викладачем).

3. Умовою допуску до екзамену є зарахування розрахункової роботи та стартовий рейтинг не менше 36 балів.

4. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і три практичних, які оцінюються у 8 балів за наступними критеріями.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) — 8 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або незначні неточності — 6-7 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та деякі помилки — 5 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь — 0-4 бали.

Система оцінювання практичних питань:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання — 8 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями — 6-7 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками — 5 балів;
- «незадовільно», завдання не виконано — 0-4 бали.

Під час екзамену, забороняється використання будь-яких довідкових матеріалів, телефонів та інших гаджетів.

5. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали: практичні заняття + МКР + розрахункова робота + + екзаменаційна контрольна робота	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не зараховано розрахункову роботу, або стартовий рейтинг менше 36 балів	Не допущено

У випадку дистанційного навчання за рішенням викладача передбачена можливість виставлення екзаменаційної оцінки «автоматом» (за згодою студента) шляхом перерахунку стартових балів за 100-бальною шкалою:

$$R = 60 + \frac{40(R_I - R_D)}{R_C - R_D},$$

де $R_C = 60$ балів - максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру,

R_I - сума балів, набрана студентом протягом семестру (індивідуальний рейтинг студента),

$R_D = 36$ балів - допусковий бал до екзамену.

У разі незгоди студента з оцінкою «автоматом», студент складає іспит в режимі відео зв'язку згідно з розкладом екзаменаційної сесії.

Якщо індивідуальний рейтинг студента $R_I < 36$ балів і він вважається не допущеним до екзамену основної сесії, то, у випадку зарахованої розрахункової роботи, студенту надається можливість отримання допуску до екзамену додаткової сесії, шляхом проведення додаткових контрольних заходів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент Копась Інна Миколаївна

доцент, канд. фіз.-мат. наук, доцент Карпалюк Тамара Олексіївна

Ухвалено:

кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь (протокол №11 від 22 червня 2023 р.)

Погоджено:

Методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (протокол №9 від 30 червня 2023 р.)