



Спеціальні розділи математичного аналізу

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>104 Фізика та астрономія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерне моделювання фізичних процесів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) /дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>II курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредити ECTS, 150 годин, з них 72 аудиторні години (36 лекції, 36 практичні заняття), 78 годин на самостійну роботу студентів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua/?groupId=f87a68fb-a3e7-4188-a415-5a2ea17a7975</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: кандидат фізико-математичних наук Маловічко Тетяна Володимирівна, +380661634289 Практичні / Семінарські: кандидат фізико-математичних наук Маловічко Тетяна Володимирівна, +380661634289</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Спеціальні розділи математичного аналізу є логічним продовженням курсу математичного аналізу, що є фундаментом фізико-математичної освіти спеціаліста.

Цілі дисципліни	Метою навчальної дисципліни є: – формування у здобувачів освіти логічного мислення, розвиток їх інтелекту та здібностей; – формування здатностей до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики, виховання у студентів прикладної математичної культури; – формування здатностей самостійно використовувати і вивчати літературу з математики, розвивати гнучкість мислення, творчу самостійності та дію.
Предмет навчальної дисципліни	Функції комплексної змінної, їхні властивості та методи дослідження. Операційне числення та його застосування.
Програмні компетентності	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);

	<p>здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів (ФК2);</p> <p>здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси (ФК6);</p> <p>здатність самостійно навчатися і опанувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей (ФК10);</p> <p>усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень (ФК12).</p>
Програмні результати навчання	<p>Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання (ПРН9);</p> <p>вміти самостійно навчатися та підвищувати рівень своєї кваліфікації (ПРН16).</p>

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

Пререквізити:

Дана навчальна дисципліна ґрунтується на знаннях студентів, набутих при навчальній дисципліні «Математичний аналіз», що складається з кредитних модулів «Математичний аналіз. Частина 1. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної», «Математичний аналіз. Частина 2. Диференціальне та інтегральне числення функцій багатьох змінних», «Математичний аналіз. Частина 3. Ряди. Інтеграл та перетворення Фур'є», та є її логічним продовженням.

Постреквізити:

Даний кредитний модуль забезпечує такі кредитні модулі: «Теорія ймовірностей та математична статистика / Вибрані розділи теорії ймовірностей та математичної статистики / Теорія ймовірностей, математична статистика та їх застосування у фізиці», «Комп'ютерне моделювання в фізиці. Частина 1. Чисельні методи розв'язку диференціальних рівнянь», «Методи математичної фізики. Частина 2. Побудова функцій Гріна».

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
Розділ 1. Функції комплексної змінної				
<i>Тема 1.1. Функції комплексної змінної. Основні елементарні функції.</i>	12	4	4	4
<i>Тема 1.2. Похідна функції комплексної змінної. Аналітичні функції.</i>	10	4	4	2

МКР-1	6		2	4
Разом за розділом 1	28	8	10	10
Розділ 2. Інтеграл в комплексній області				
Тема 2.1. Інтеграл функції від комплексної змінної.	8	4	2	2
Разом за розділом 2	8	4	2	2
Розділ 3. Послідовності та ряди функцій комплексної змінної				
Тема 3.1. Послідовності та ряди функцій комплексної змінної.	12	4	4	4
МКР-2	6		2	4
Разом за розділом 3	18	4	6	8
Розділ 4. Лишки та їх застосування				
Тема 4.1. Лишки та їх обчислення.	14	6	4	4
Тема 4.2. Застосування лишків.	10	2	4	4
МКР-3	6		2	4
Разом за розділом 4	30	8	10	12
Розділ 5. Операційне числення.				
Тема 5.1. Операційне числення.	30	12	6	12
МКР-4	6		2	4
Разом за розділом 4	36	12	8	16
Екзамен	30			30
Всього годин	150	36	36	78

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Математика в сучасному технічному університеті. Практикум. Частина 4. Ряди. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний [та ін.]; НТУУ «КПІ». – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 159 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/16627>
2. Журавська, Г. В. Теорія функції комплексної змінної [Електронний ресурс] : навчальний посібник для інженерних спеціальностей / Г. В. Журавська ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017 – 92 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19900>
3. Ковальська, І. Б. Комплексний аналіз : навчально-методичний посібник / Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. – 66 с.
4. Теорія функцій комплексної змінної та операційне числення : навчальний посібник : приклади і задачі / І.В. Андрусак, Орищик О.Г., Бродяк О.Я., Філевич П.В., Лозбень В. Л. ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Растр-7, 2021. - 243 с.
5. Операційне числення : тексти лекцій, комп'ютерні тести, індивідуальні завдання / В.О. Дорошенко, Н.П. Клімова, О.О. Ремаєва ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків : ХНУРЕ, 2018. - 124 с :

Допоміжна література:

1. Наказной, П. О. Комплексний аналіз. Збірник задач [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 49 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/39820>

Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс «Спеціальні розділи вищої математики. Операційне числення» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=730>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Очна/дистанційна форма

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Комплексні числа. Геометрія комплексної площини. Різні форми запису комплексного числа. Операції над комплексними числами. Области та околиці. Функція комплексної змінної. Границя функції комплексної змінної. Неперервність. Теореми про неперервні функції. <i>Література: [1], глава 1, § 1, 2, 3.</i> <i>СРС: Сфера комплексних чисел.</i>
2.	Основні елементарні функції комплексної змінної. Логарифмічна, степенева, тригонометричні, обернені тригонометричні, гіперболічні функції. <i>Література: [1], глава 1, § 3, [4], глава 6, § 6.4, 6.5.</i> <i>СРС: Обернені гіперболічні функції.</i>
3.	Похідна функції комплексної змінної. Похідна функції комплексної змінної. Диференційованість. Диференціал. Умови Коші-Рімана. Аналітична функція. Гармонічні функції. Геометричний зміст модуля та аргументу похідної функції комплексної змінної. Властивості аналітичних функцій. <i>Література: [1], глава 1, § 4, [4], глава 4, § 6.2, 6.3.</i> <i>СРС: Умови Коші-Рімана у формальних змінних z і \bar{z}.</i>
4.	Конформні відображення. Ціла лінійна та дробово-раціональна функції. Логарифмічна, тригонометричні, обернені тригонометричні, гіперболічні функції. Функція Жуковського. <i>Література: [1], глава 6, § 1, 2.</i>
5.	Інтеграл від функції комплексної змінної. Поняття інтеграла від функції комплексної змінної вздовж кривої. Обчислення та властивості. Інтегральна теорема Коші для однозв'язної області. Незалежність контурного інтеграла від форми контуру. Теорема Коші для багатозв'язної області. Первісна аналітичної функції в однозв'язній області. Формула Ньютона-Лейбніца. <i>Література: [1], глава 1, § 5, [4], глава 4, § 6.6., § 6.7.</i>

6.	<p>Інтегральна формула Коші. Інтегральна формула Коші. Інтегральна формула Коші для похідних аналітичної функції. Інтеграл типу Коші. Його аналітичність. Література: [1], глава 1, § 7, [4], глава 4, § 6.8. СРС: Формули Сохоцького.</p>
7.	<p>Ряд Тейлора. Границя послідовності аналітичних функцій. Функціональні ряди в комплексній площині. Степеневі ряди. Теорема Абеля. Аналітичність суми степеневого ряду. Теорема про розклад аналітичної функції в ряд Тейлора. Приклади. Література: [1], глава 2, § 1, 2, [4], глава 4, § 6.9. СРС: Теорема Ліувіля.</p>
8.	<p>Ряд Лорана. Теорема про розклад аналітичної функції в ряд Лорана. Означення та класифікація ізольованих особливих точок. Література: [1], глава 4, § 1, [4], глава 4, § 6.10. СРС: Розвинення в ряд Лорана в околі нескінченно віддаленої точки.</p>
9.	<p>Ізольовані особливі точки аналітичної функції. Ознаки особливих точок. Література: [1], глава 4, § 2, [4], глава 4, § 6.11, 6.12.</p>
10.	<p>Лишки аналітичної функції в ізольованих особливих точках. Поняття лишку. Основна теорема про лишки. Обчислення лишків аналітичної функції в ізольованих особливих точках. Література: [1], глава 5, § 1, [4], глава 4, § 6.13.</p>
11.	<p>Поведінка функції в нескінченно віддаленій точці. Лишки в нескінченно віддаленій точці. Література: [1], глава 5, § 1, [4], глава 4, § 6.13.</p>
12.	<p>Обчислення визначених інтегралів за допомогою лишків. Література: [1], глава 5, § 2, [4], глава 4, § 6.14. СРС: Інтегральний синус.</p>
13.	<p>Перетворення Лапласа. Оригінал. Означення. Властивості. Перетворення Лапласа. Аналітичність зображення. Знаходження зображень найпростіших оригіналів. Література: [1], глава 8, § 1, [4], глава 7, § 7.1.</p>
14.	<p>Властивості перетворення Лапласа (частина 1). Найпростіші властивості перетворення Лапласа. Література: [1], глава 8, § 1, [4], глава 7, § 7.1.</p>
15.	<p>Властивості перетворення Лапласа (частина 2). Згортка функцій. Теорема Бореля. Формула Дюамеля. Література: [1], глава 8, § 1, [4], глава 7, § 7.1.</p>
16.	<p>Відшукання оригіналу за зображенням, що є раціональним дробом. Література: [1], глава 8, § 2, [4], глава 7, § 7.2.</p>
17.	<p>Обернене перетворення Лапласа. Формула Рімана-Мелліна. Знаходження оригіналів за допомогою лишків. Знаходження оригіналів за допомогою степеневих рядів. Література: [1], глава 8, § 2, [4], глава 7, § 7.2.</p>

18.	<p>Застосування операційного числення.</p> <p>Застосування операційного числення до розв'язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь. Інтеграл Дюамеля і його застосування до розв'язування диференціальних рівнянь. Розв'язування інтегральних рівнянь за допомогою перетворення Лапласа.</p> <p><i>Література: [1], глава 8, § 3, [4], глава 7, § 7.3.</i></p>
-----	--

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	<p>Комплексні числа. Різні форми запису комплексного числа. Операції над комплексними числами.</p> <p><i>Література: [3], 9.</i></p> <p><i>СРС: 9.6-9.7 (парні).</i></p>
2.	<p>Основні елементарні функції комплексної змінної. Основні елементарні функції комплексної змінної.</p> <p>Логарифмічна, степенева, тригонометричні, обернені тригонометричні, гіперболічні функції.</p> <p><i>Література: [3], 9.</i></p> <p><i>СРС: 9.5 (парні), 9.8-9.9 (парні).</i></p>
3.	<p>Похідна функції комплексної змінної.</p> <p>Похідна функції комплексної змінної. Диференційованість. Умови Коші-Рімана.</p> <p><i>Література: [3], 10.</i></p> <p><i>СРС: 10.11 (парні).</i></p>
4.	<p>Конформні відображення.</p> <p>Ціла лінійна та дробово-раціональна функції.</p> <p><i>Література: [5].</i></p> <p><i>СРС: 11.171-11.173.</i></p>
5.	МКР-1.
6.	<p>Інтеграл від функції комплексної змінної.</p> <p>Поняття інтеграла від функції комплексної змінної вздовж кривої. Обчислення та властивості.</p> <p><i>Література: [3], 11.</i></p> <p><i>СРС: 11.7 (парні).</i></p>
7.	<p>Ряд Тейлора.</p> <p>Розвинення аналітичної функції в ряд Тейлора.</p> <p><i>Література: [3], 12.</i></p> <p><i>СРС: 12.3 -12.6(парні).</i></p>
8.	<p>Ряд Лорана.</p> <p>Розвинення аналітичної функції в ряд Лорана.</p> <p><i>Література: [3], 12.</i></p> <p><i>СРС: 12.3 -12.6(парні).</i></p>
9.	МКР-2.

10.	Нулі та ізольовані особливі точки аналітичної функції. <i>Література: [3], 13.</i> <i>СРС: 13.4-13.6 (парні).</i>
11.	Обчислення лишків. Обчислення лишків аналітичної функції в ізольованих особливих точках. <i>Література: [3], 14.</i> <i>СРС: 14.3-14.4 (парні).</i>
12.	Обчислення інтегралів за допомогою лишків. <i>Література: [3], 15.</i> <i>СРС: 15.3, 15.4, 15.5 (парні).</i>
13.	Обчислення визначених інтегралів за допомогою лишків. <i>Література: [3], 15.</i> <i>СРС: 15.6(парні).</i>
14.	МКР-3.
15.	Перетворення Лапласа. Знаходження зображень оригіналів. <i>Література: [3], 17-18.</i> <i>СРС: 17.11-17.16 (парні), 18.5-18.7 (парні).</i>
16.	Обернене перетворення Лапласа. Знаходження оригіналів за зображеннями. <i>Література: [3], 17-18.</i> <i>СРС: 17.11-17.16 (парні), 18.5-18.7 (парні).</i>
17.	Застосування операційного числення. Застосування операційного числення до розв'язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь. Інтеграл Дюамеля і його застосування до розв'язування диференціальних рівнянь. <i>Література: [3], 19.</i> <i>СРС: 19.7 (парні), 19.8-19.11 (парні).</i>
18.	МКР-4.

6. Самостійна робота студента

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- підготовка модульної контрольної роботи;
- підготовка до іспиту.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій та практичних занять. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, підготовку до МКР, колоквиуму та іспиту.

При переході до дистанційного навчання РСО залишається без змін.

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 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) (очна/дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи	
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	МКР	Семестр. атестація
4	5	150	36	36	78	1	Екзамен

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf.

Поточний контроль: фронтальний (усний), колоквіум, МКР.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

1. відповіді на практичних заняттях, в тому числі за колоквіум;
2. модульні контрольні роботи;
3. відповідь на екзамені.

Робота на практичних заняттях:

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті студент одержує 1 бал. Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може бути добавлений як заохочувальний 1 бал. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 1 бал x 10 = 10 балів.

Модульний контроль:

Модульну контрольну розбито на 4 контрольні роботи:

МКР-1: ваговий бал – 5 балів;

МКР-2: ваговий бал – 10 балів;

МКР-3: ваговий бал – 15 балів;

МКР-4: ваговий бал – 10 балів.

Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює 40 балів.

МКР-1 складається з 3 задач, МКР-2 – з 5, МКР-3 – з 5, МКР-4 – з 4 задач.

Критерії оцінювання МКР-2, МКР-4:

- повна відповідь на всі завдання (більше 90% матеріалу) 9 – 10 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 50 до 90% матеріалу) 5 – 8 балів;
- відповідь містить менше 50 % необхідної інформації 0 – 4 бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Критерії оцінювання МКР-1:

- повна відповідь на всі завдання (більше 80% матеріалу) 5 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 60 до 80% матеріалу) 3-4 балів;
- відповідь містить менше 60 % необхідної інформації 0 – 2 бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Критерії оцінювання МКР-3:

- повна відповідь на всі завдання (більше 80% матеріалу) 12-15 балів;
- неповна відповідь на завдання (від 60 до 80% матеріалу) 9-11 балів;
- відповідь містить менше 60 % необхідної інформації 0 – 8 бали.

Відсутність на контрольній роботі – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали за:

призові місця у факультетських та інститутських олімпіадах з вищої математики; виступ на студентській конференції з математики до 5 балів.

Загальна кількість як заохочувальних, так і штрафних балів не перевищує 5 для кожного студента.

Форма семестрового контролю – екзамен:

Ваговий бал кожного завдання 10

На екзамені студенти виконують письмову екзаменаційну роботу. Білет складається з 1 теоретичного питання і 4 практичних завдань.

Критерії оцінювання кожного завдання:

- повна відповідь на всі завдання (не менше 90% потрібної інформації; повне, безпомилкове розв'язування завдань) 9 – 10 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або є незначні неточності 7 – 8 балів;
- неповна відповідь на завдання (не менше 60%) та є помилки і певні недоліки 5 – 6 балів;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає умовам до «задовільно» (незадовільна відповідь, неправильний метод розв'язування) 0 – 4 бали.

Максимальний бал $10 \times 5 = 50$.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 35 + 15 = 50 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 50% від R, а саме

$$R_e = 50 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає

$$R = R_c + R_e = 100 \text{ балів.}$$

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Розмір стартової шкали $R_c = 50$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали $R_c = 50$ балів.

Умови позитивної проміжної атестації

На першій атестації (8 тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 50% можливих на даний момент балів.

На другій атестації (14 тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг

не менше 50% можливих на даний момент балів.

Умови допуску до екзамену:

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг студента не менше 30 балів.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка переводиться згідно з таблицею:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
30-59	Незадовільно
0-29	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

Доцент кафедри МА та ТЙ, канд. фіз.-мат. наук Маловічко Т. В.

Ухвалено кафедрою МА та ТЙ (протокол №16 від 08.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол №8 від 11.07.2022 р.)