



Елементи теорії функцій комплексної змінної

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 рік навчання, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити 120 годин (36 год. лекцій, 36 год. практик, 48 год. СРС)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.ф.-м.н., ст. викл., Осадчук Микола Павлович, e-mail: 13717421@ukr.net¹</i> <i>Практичні / Семінарські: к.ф.-м.н., ст. викл., Осадчук Микола Павлович, e-mail: 13717421@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасні фахівці в галузі автоматизації обов'язково використовують в своїй практичній діяльності знання з таких напрямків науки, як електротехніка, теорія автоматичного керування та математичне моделювання. Необхідною умовою здобуття знань на вказаних напрямках є оволодіння математичним апаратом, який використовують ці науки. Курс "Елементи теорії функцій комплексної змінної" надає студентам знання зі спеціальних розділів вищої математики – з теорії функції комплексної змінної, з операційного числення та з теорії імовірності. Комплексні числа застосовуються в електротехніці для розрахунку кіл змінного струму, операційне числення широко використовується в теорії автоматичного керування, а теорія імовірності застосовується в математичному моделюванні для урахування не детермінованих процесів.

Мета вивчення дисципліни – формування у студента теоретичних і практичних знань з таких розділів математики, як теорія функції комплексної змінної, операційне числення та теорія імовірності.

¹ Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

Предметом навчальної дисципліни є елементи теорії функції комплексної змінної, операційного числення та теорії імовірності.

Програмні результати навчання:

Компетенції: (K01) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; (K02) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; (K06) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; (K12) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

Уміння: (ПР08) обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками; (ПР10) знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

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

Навчальна дисципліна «Елементи теорії функцій комплексної змінної» викладається на основі знань та умінь, одержаних студентами під час вивчення кредитних модулів таких дисциплін як: «Вища математика», «Загальна фізика».

Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля «Елементи теорії функцій комплексної змінної», є необхідними для кожного фахівця даної спеціальності, які вирішують інженерні завдання у сфері електротехніки та при вивченні таких дисциплін: «Теоретичні основи електротехніки», «Теорія автоматичного керування електротехнічних комплексів та мехатронних систем», «Нелінійні задачі та ідентифікація електротехнічних та мехатронних комплексів», «Моделювання електротехнічних та мехатронних систем» тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

- Розділ 1. Елементи теорії функції комплексної змінної:

Тема 1.1. Комплексні числа та дії над ними.

Тема 1.2. Функція комплексної змінної.

Тема 1.3. Геометричний зміст похідної від функції комплексної змінної.

Тема 1.4. Первісна функція. Невизначений інтеграл і його властивості

Тема 1.5. Методи інтегрування

Тема 1.6. Інтегрування раціональних функцій

Тема 1.7. Інтегрування правильних дробів

Тема 1.8. Інтегрування ірраціональних функцій

Тема 1.9. Інтегрування диференціальних біномів

Тема 1.10. Інтегрування тригонометричних виразів

Тема 1.11. Визначений інтеграл. Властивості визначеного інтегралу

Тема 1.12. Криволінійний інтеграл 2 роду.

Тема 1.13. Гармонічні функції. Відновлення функції за її дійсною або уявною частотою.

Тема 1.14. Інтегрування функцій комплексної змінної.

Тема 1.15. Інтеграл Коші.

Тема 1.16. Інтегральна формула Коші.

Тема 1.17. Інтеграл типу Коші.

Тема 1.18. Ряди Лорана.

Тема 1.19. Розклад в ряд аналітичної функції.

Тема 1.20. Особливі точки та їх характеристики.

Тема 1.21. Лишки функцій.

Тема 1.22. Обчислення лишків.

Тема 1.23. Обчислення інтегралів за допомогою лишків.

- **Розділ 2. Операційне числення:**

Тема 2.1. Визначення оригіналу і зображення.

Тема 2.2. Властивості перетворення Лапласа.

Тема 2.3. Інтеграл Дюамеля.

Тема 2.4. Розв'язування диференціальних рівнянь операційним методом.

Тема 2.5. Розв'язування систем диференціальних рівнянь операційним методом.

- **Розділ 3. Теорія імовірності:**

Тема 3.1. Основні поняття теорії імовірності.

Тема 3.2. Алгебра подій.

Тема 3.3. Поняття імовірності випадкової події.

Тема 3.4. Елементи комбінаторики.

Тема 3.5. Основні теореми теорії імовірності.

Тема 3.6. Формула повної імовірності.

Тема 3.7. Схема послідовних випробувань Бернуллі.

Тема 3.8. Граничні теореми в схемі Бернуллі.

Тема 3.9. Гранична формула Муавра-Лапласа.

Тема 3.10. Інтегральна формула Муавра-Лапласа.

Тема 3.11. Випадкова величина. Дискретні випадкові величини.

Тема 3.12. Числові характеристики дискретних випадкових величин.

Тема 3.13. Неперервна випадкова величина.

Тема 3.14. Щільність розподілу. Диференціальна функція розподілу.

Тема 3.15. Числові характеристики неперервних випадкових величин.

Тема 3.16. Типи розподілів неперервних випадкових величин.

Тема 3.17. Нормальний закон розподілу.

Тема 3.18. Імовірність заданого відхилення нормального розподілу випадкової величини.

Тема 3.19. Математична статистика.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Дубовик В.П., Юрик І.І., Вища математика: Навч. посібн. – К.: А.С.К., 2006. – 648 с.: іл. – Бібліогр.: с. 632-633. – (Університет. б-ка). – ISBN 966-539-320-0.

2. Вища математика: Збірник задач: Навч. посібник / В.П. Дубовик, І.І. Юрик, І.П. Вовкодав та ін.; За ред. В.П. Дубовика, І.І. Юрика. – К.: А.С.К., 2005. – 480 с.: іл. – (Унів. б-ка).

3. Овчинников П.П. та ін., Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 1: Лінійна і векторна алгебра: Аналітична геометрія: Вступ до математичного аналізу: Диференціальне і інтегральне числення / П.П. Овчинников, Ф.П. Яремчук, В.М. Михайленко; За заг. ред. П.П. Овчинникова; Пер. з рос. П.М. Юрченка. – 3-тє вид., випр. – К.:Техніка, 2003. – 600 с.: іл.

4. Овчинников П.П., Михайленко В.М., Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 2: Диференціальні рівняння. Операційне числення. Ряди та їх застосування. Стійкість за Ляпуновим. Рівняння математичної фізики. Оптимізація і керування. Теорія ймовірностей. Числові методи; за заг. ред. П.П. Овчинникова; Пер. з рос. Є.В. Бондарчук, Ю.Ю. Костриці, Л.П. Оніщенко. – 3-тє вид., випр. – К.:Техніка, 2004. – 792 с.: іл.

5. Краснов М. Л., Киселев А. И., Макаренко Г. И. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости: учебное пособие, 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 304 с.

Допоміжна література:

1. Операційне числення [Електронний ресурс] : методичні вказівки до вивчення теми дисципліни «Вища математика» для студентів енергетичних спеціальностей усіх форм навчання / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Є. В. Массалітіна, В. О. Гончаренко. – Київ : НТУУ «КПІ», 2006. – 57 с., <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32267>

2. Операційне числення. Теорія та методика розв'язування задач [Електронний ресурс] : методичний посібник для студентів технічних спеціальностей / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Є. В. Массалітіна, О. О. Кільчинський. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,29 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 90 с., <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/27920>

Літературу, бібліографія якої подана із посиланням, можна знайти в інтернеті. Літературу, бібліографія якої не містить посилання, можна знайти в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського. Обов'язковим для прочитання є окремі розділи базової літератури [1]-[5]. Розділи базової літератури, що є обов'язковими для прочитання, а також зв'язок цих ресурсів з конкретними темами дисципліни наводиться нижче, в методиці опанування навчальної дисципліни. Усі інші літературні джерела є факультативними, з ними рекомендується ознайомитись.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу)
1	Лекція 1. Тема 1.1. Комплексні числа та дії над ними. Література: [1, с. 342-347, 3, с. 292-302, 5, с. 7-18].
2	Лекція 2. Тема 1.2. Функція комплексної змінної. Тема 1.3. Геометричний зміст похідної від функції комплексної змінної. Література: [3, с. 300-301, с. 571-574, 5, с. 18-25, с. 32-42].
3	Лекція 3. Тема 1.4. Первісна функція. Невизначений інтеграл і його властивості Тема 1.5. Методи інтегрування Тема 1.6. Інтегрування раціональних функцій Тема 1.7. Інтегрування правильних дробів Література: [1, с. 330-342, с. 347-355, 3, с. 444-472].
4	Лекція 4. Тема 1.8. Інтегрування ірраціональних функцій Тема 1.9. Інтегрування диференціальних біномів Тема 1.10. Інтегрування тригонометричних виразів Тема 1.11. Визначений інтеграл. Властивості визначеного інтегралу Література: [1, с. 355-361, с. 365-385, 3, с. 472-482, с. 494-496].
5	Лекція 5. Тема 1.12. Криволінійний інтеграл 2 роду. Література: [1, с. 600-614, 6, с. 374-376].
6	Лекція 6. Тема 1.13. Гармонічні функції. Відновлення функції за її дійсною або уявною частиною. Тема 1.14. Інтегрування функцій комплексної змінної. Тема 1.15. Інтеграл Коші. Література: [3, с. 574-577, 5, с. 42-50].
7	Лекція 7. Тема 1.16. Інтегральна формула Коші. Тема 1.17. Інтеграл типу Коші. Література: [5, с. 50-55].
8	Лекція 8. Тема 1.18. Ряди Лорана. Тема 1.19. Розклад в ряд аналітичної функції. Тема 1.20. Особливі точки та їх характеристики. Література: [4, с. 269-274], [5, с. 56-79].

9	Лекція 9. Тема 1.21. Лишки функцій. Тема 1.22. Обчислення лишків. Тема 1.23. Обчислення інтегралів за допомогою лишків. Література: [4, с. 274-275], [5, с. 79-106].
10	Лекція 10. Тема 2.1. Визначення оригіналу і зображення. Тема 2.2. Властивості перетворення Лапласа. Література: [4, с. 122-145].
11	Лекція 11. Тема 2.3. Інтеграл Дюамеля. Література: [4, с. 145-148], [5, с. 185-188].
12	Лекція 12. Тема 2.4. Розв'язування диференціальних рівнянь операційним методом. Тема 2.5. Розв'язування систем диференціальних рівнянь операційним методом. Література: [4, с. 160-166, с. 175-180], [5, с. 188-192].
13	Лекція 13. Тема 3.1. Основні поняття теорії імовірності. Тема 3.2. Алгебра подій. Тема 3.3. Поняття імовірності випадкової події. Тема 3.4. Елементи комбінаторики. Література: [4, с. 498-508].
14	Лекція 14. Тема 3.5. Основні теореми теорії імовірності. Тема 3.6. Формула повної імовірності. Тема 3.7. Схема послідовних випробувань Бернуллі. Література: [4, с. 510-521], [5, с. 37-58].
15	Лекція 15. Тема 3.8. Граничні теореми в схемі Бернуллі. Тема 3.9. Гранична формула Муавра-Лапласа. Тема 3.10. Інтегральна формула Муавра-Лапласа. Тема 3.11. Випадкова величина. Дискретні випадкові величини. Тема 3.12. Числові характеристики дискретних випадкових величин. Література: [4, с. 521-532, с. 544-563].
16	Лекція 16. Тема 3.13. Неперервна випадкова величина. Тема 3.14. Щільність розподілу. Диференціальна функція розподілу. Тема 3.15. Числові характеристики неперервних випадкових величин. Тема 3.16. Типи розподілів неперервних випадкових величин. Тема 3.17. Нормальний закон розподілу. Тема 3.18. Імовірність заданого відхилення нормального розподілу випадкової величини. Література: [4, с. 532-578], [7, с. 122-129].
17	Лекція 17. Тема 3.19. Математична статистика. Література: [4, с. 606-625].
18	Лекція 18. Оглядова лекція за матеріалами всього курсу.

Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
Практичне заняття 1	Дії над комплексними числами
Практичне заняття 2	Функція комплексної змінної. Умова Коші-Рімана
Практичне заняття 3	Невизначений інтеграл
Практичне заняття 4	Невизначений інтеграл
Практичне заняття 5	Криволінійний інтеграл 2 роду
Практичне заняття 6	Інтегрування функції комплексної змінної
Практичне	Інтегральна формула Коші

заняття 7	
Практичне заняття 8	Ряди Лорана. Особливі точки
Практичне заняття 9	Обчислення лишків. Обчислення інтегралів за допомогою лишків
Практичне заняття 10	Модульна контрольна робота (1 частина)
Практичне заняття 11	Перетворення Лапласа
Практичне заняття 12	Згортка функції. Інтеграл Дюамеля
Практичне заняття 13	Розв'язування диференціальних рівнянь операційним методом. Розв'язування систем диференціальних рівнянь операційним методом
Практичне заняття 14	Модульна контрольна робота (2 частина)
Практичне заняття 15	Основні поняття теорії імовірності. Формула повної імовірності. Схема послідовних випробувань Бернуллі
Практичне заняття 16	Дискретні випадкові величини
Практичне заняття 17	Неперервні випадкові величини
Практичне заняття 18	Залік

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента передбачає:

виконання практичних робіт – 40 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 4 год;

підготовку до заліку – 4 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Силабус курсу розміщується в системі «Електронний Кампус КПІ» та на сайті classroom.google.com. Під час очного навчання лекційний матеріал надається на лекціях за розкладом. Завдання до практичних робіт та до модульної контрольної роботи надаються під час практичних занять. Практичні роботи виконуються студентами під час самостійної роботи між практичними заняттями за розкладом. Частина модульної контрольної роботи виконуються впродовж практичних занять. Терміни виконання розділів практичної роботи вказуються в системі «Електронний Кампус КПІ» та в Google Classroom.

У випадку дистанційного навчання лекції проводяться за розкладом інтерактивно з використанням Zoom та з розміщенням лекційного матеріалу в Google Classroom після завершення лекційного заняття. Завдання до практичних робіт та модульної контрольної роботи розміщується в Google Classroom. У випадку дистанційного навчання, на момент проведення кожного заняття, як лекційного, так і практичного, у студента на пристрої, з якого він працює, має бути встановлено додаток Zoom та наявна можливість використовувати Google Classroom або e-mail.

Для студентів заочної форми навчання лекції проводяться наживо (у випадку очного навчання) або інтерактивно з використанням Zoom (у випадку переходу на дистанційне навчання) відповідно до розкладу установчої сесії. В подальшому лекційний матеріал, завдання до практичних робіт та модульної контрольної роботи розміщуються в Google Classroom.

Під час проходження курсу «Комплексний аналіз» студенти зобов'язані дотримуватись загальних моральних принципів та правил етичної поведінки, зазначених у Кодексі честі

Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Усі без виключення студенти зобов'язані дотримуватись вимог Положення про систему запобігання академічному плагіату в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

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

Поточний контроль:

- практичні роботи (6 практичних робіт × 12 балів = 72 бали);
- МКР (2 частини МКР × 14 балів = 28 балів).

Практична робота складається з чотирьох завдань, кожне з яких оцінюється в 3 бали за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 3 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) – 2,5 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) – 2 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Одна частина модульної контрольної робота складається з трьох завдань, два з яких оцінюються в 5 балів, а одне – в 4 бали за такими критеріями:

Характеристика відповіді	Максимальна кількість балів за завдання МКР	
	5	4
«відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)	5	4
«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації)	4	3
«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації)	3	2
«незадовільно» – незадовільна відповідь	0	0

В разі отримання незадовільної оцінки за МКР, надається дві спроби перескладання МКР. За першу спробу перескладання оцінка становить 80% від зазначених вище критеріїв, а за другу спробу – 60%. Після двох незадовільних спроб перескладання однієї частини МКР остаточна оцінка становить 0 балів.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою позитивного першого та другого календарного контролів є отримання не менше 50 % максимально можливого на момент відповідного календарного контролю рейтингу.

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР та практичні роботи.

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею.

Студенти, які впродовж семестру набрали менше 60 балів, а також студенти, які набрали більше 60 балів та бажають підвищити оцінку, під час заліку повторно виконують практичні роботи, оцінка за які була незадовільною.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре

74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: к. ф.-м. н., старшим викладачем Осадчуком Миколою Павловичем

Ухвалено: кафедрою АЕМК (протокол №18 від 24.06.2024 р.)

Погоджено: Методичною комісією НН ІЕЕ (протокол № 21 від 25.06.2024 р.)