



Комплексний аналіз

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)/очна (вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 рік навчання, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.ф.-м.н., асистент, Осадчук Микола Павлович, e-mail: 13717421@ukr.net¹ Практичні / Семінарські: к.ф.-м.н., асистент, Осадчук Микола Павлович, e-mail: 13717421@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>http://emoev.kpi.ua</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 "Комплексний аналіз" 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:

Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками, використовуючи комплексний аналіз.

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

Навчальна дисципліна «Комплексний аналіз» 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 «Комплексний аналіз», 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. Криволінійний інтеграл 2 роду.

Тема 1.5. Гармонічні функції. Відновлення функції за її дійсною або уявною частотою.

Тема 1.6. Інтегрування функцій комплексної змінної.

Тема 1.7. Інтеграл Коші.

Тема 1.8. Інтегральна формула Коші.

Тема 1.9. Інтеграл типу Коші.

Тема 1.10. Ряди Лорана.

Тема 1.11. Розклад в ряд аналітичної функції.

Тема 1.12. Особливі точки та їх характеристики.

Тема 1.13. Лишки функцій.

Тема 1.14. Обчислення лишків.

Тема 1.15. 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. Інтегрування оригіналу і зображення.

Тема 2.4. Інтеграл Дюамеля.

Тема 2.5. Розв'язування диференціальних рівнянь операційним методом.

Тема 2.6. 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. Овчинников П.П. Вища математика: Підручник. Ч.2. – К.: Техніка, 2000. – 792 с.
2. Бомба, Андрій Ярославович, 1949- , автор. Методи комплексного аналізу в задачах ідентифікації : монографія / А.Я. Бомба, М.В. Бойчуря ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет водного господарства та природокористування. - Рівне : НУВГП, 2020. - 188 с.
3. Мельник, Тарас Анатолійович. Комплексний аналіз : підручник / Т. А. Мельник ; М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка. - Київ : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2015. - 192 с.
4. Дорош, Анатолій Кузьмич. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч за напр. "Видавничо-поліграфічна справа" та "Менеджмент організацій" / А.К. Дорош, О.П. Коханівський ; Мін-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ"КПІ", 2006. - 268 с.
5. Дорош, Анатолій Кузьмич. Теорія ймовірності та математична статистика : збірник задач та індивідуальних завдань : навчальний посібник для студентів спец. 7.091807" та "7.050201" / А. К. Дорош, О. П. Коханівський ; НТУУ"КПІ". - Київ : КПІ, 2000. - 126 с.

Допоміжна література:

1. Андрусак, Іванна Володимирівна, автор. 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.
2. 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>
3. 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)

Методика опанування дисципліни заснована на таких методах навчання як візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Викладання проводиться у формі лекцій, практичних занять. При виконанні розрахункової роботи застосовується проблемно-пошуковий метод, робота з літературою.

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: [2, с. 7-18].
2	Лекція 2. Тема 1.2. Функція комплексної змінної. Тема 1.3. Геометричний зміст похідної від функції комплексної змінної. Література: [2, с. 18-25, с. 32-42].
3	Лекція 3. Тема 1.4. Криволінійний інтеграл 2 роду. Література: [3, с. 374-376].
4	Лекція 4. Тема 1.5. Гармонічні функції. Відновлення функції за її дійсною або уявною частотою. Тема 1.6. Інтегрування функцій комплексної змінної. Тема 1.7. Інтеграл Коші. Література: [2, с. 42-50].
5	Лекція 5. Тема 1.8. Інтегральна формула Коші. Тема 1.9. Інтеграл типу Коші. Література: [2, с. 50-55].
6	Лекція 6. Тема 1.10. Ряди Лорана. Тема 1.11. Розклад в ряд аналітичної функції. Тема 1.12. Особливі точки та їх характеристики. Література: [1, с. 269-273], [2, с. 56-79].
7	Лекція 7. Тема 1.13. Лишки функцій. Тема 1.14. Обчислення лишків. Література: [1, с. 273-275], [2, с. 79-85].
8	Лекція 8. Тема 1.15. Обчислення інтегралів за допомогою лишків. Література: [2, с. 85-106].
9	Лекція 9. Тема 2.1. Визначення оригіналу і зображення. Тема 2.2. Властивості перетворення Лапласа. Література: [1, с. 122-141].
10	Лекція 10. Тема 2.3. Інтегрування оригіналу і зображення. Тема 2.4. Інтеграл Дюамеля. Література: [1, с. 141-145], [2, с. 185-188].
11	Лекція 11. Тема 2.5. Розв'язування диференціальних рівнянь операційним методом. Тема 2.6. Розв'язування систем диференціальних рівнянь операційним методом. Література: [1, с. 160-166, с. 175-180], [2, с. 188-192].
12	Лекція 12. 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: [1, с. 498-508].
13	Лекція 13. Тема 3.5. Основні теореми теорії імовірності.

	Тема 3.6. Формула повної імовірності. Тема 3.7. Схема послідовних випробувань Бернуллі. Література: [1, с. 510-521], [4, с. 37-58].
14	Лекція 14. 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. Література: [1, с. 521-532].
15	Лекція 15. Тема 3.12. Числові характеристики дискретних випадкових величин. Тема 3.13. Неперервна випадкова величина. Тема 3.14. Щільність розподілу. Диференціальна функція розподілу. Література: [1, с. 532-553].
16	Лекція 16. 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: [1, с. 553-579], [4, с. 122-129].
17	Лекція 17. Тема 3.19. Математична статистика. Література: [1, 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	Умова Коші-Рімана
Практичне заняття 3	Криволінійний інтеграл 2 роду
Практичне заняття 4	Інтегрування функції комплексної змінної
Практичне заняття 5	Інтегральна формула Коші
Практичне заняття 6	Ряди Лорана
Практичне заняття 7	Обчислення лишків
Практичне заняття 8	Модульна контрольна робота (1 частина)
Практичне заняття 9	Перетворення Лапласа
Практичне заняття 10	Перетворення Лапласа
Практичне заняття 11	Розв'язування диференціальних рівнянь операційним методом
Практичне заняття 12	Розв'язування систем диференціальних рівнянь операційним методом
Практичне заняття 13	Модульна контрольна робота (2 частина)
Практичне заняття 14	Основні поняття теорії імовірності
Практичне заняття 15	Схема 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:

підготовку до аудиторних занять – 16 год;

підготовку до модульної контрольної роботи – 4 год;

виконання РР – 20 год;

підготовку до заліку – 8 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Силабус, лекційний матеріал, завдання до розрахункової роботи розміщуються в системі «Електронний Кампус КПІ» та на сайті aemk.kpi.ua. Завдання до практичних робіт та до модульної контрольної роботи надаються під час практичних занять. 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 e-mail.

Терміни виконання розділів розрахункової роботи вказуються в системі «Електронний Кампус КПІ». Практичні роботи та модульна контрольна робота виконуються впродовж практичних занять.

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 (5 практичних робіт × 6 балів = 30 балів);
- МКР (2 частини МКР × 15 балів = 30 балів);
- РР (40 балів).

Практична робота складається з двох 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, кожне з яких оцінюється в 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) – 4 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) – 3 бали;

– «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

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.

РР оцінюється в 40 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)– 36-40 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації – 30-35 балів;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації – 24-29 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 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 і РР.

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, а також виконують виправлення помилок в РР.

Для заочної форми навчання

Поточний контроль: практичні роботи (30 балів), МКР (30 балів), РР (40 балів). Структура практичних робіт, МКР та РР, вимоги до них та критерії оцінювання такі самі, як для очної форми навчання і наведені вище.

Семестровий контроль: залік. Умови допуску до семестрового контролю: виконані і зараховані МКР і РР. Умови проведення та критерії оцінювання під час заліку такі самі, як для очної форми навчання.

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., асистентом Осадчуком Миколою Павловичем

Ухвалено кафедрою автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів. Протокол №23 від 14.06.22 р.

Ухвалено Методичною радою ННІЕЕ. Протокол №12 від 24.06.22 р.