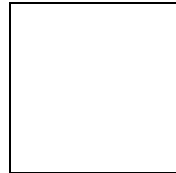




Національний технічний університет України  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра математичної  
фізики та  
диференціальних  
рівнянь

# Елементи теорії функцій комплексної змінної

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Перший (бакалаврський)</i>
<b>Галузь знань</b>	<i>14 Електрична інженерія</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
<b>Освітня програма</b>	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Вибіркова</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>Очна (денна)/очна (вечірня)/заочна/дистанційна/змішана</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>2 рік навчання, осінній семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4 кредити 120 годин</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>Залік</i>
<b>Розклад занять</b>	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: Могильова Вікторія Віталіївна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук mogylova.viktoria@gmail.com ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0003-3757-4561">https://orcid.org/0000-0003-3757-4561</a> Практичні: Могильова Вікторія Віталіївна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук mogylova.viktoria@gmail.com ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0003-3757-4561">https://orcid.org/0000-0003-3757-4561</a>
<b>Розміщення курсу</b>	<a href="https://classroom.google.com/c/Mzg2NzQ3NzQ2OTAy?cjc=q52p5po">https://classroom.google.com/c/Mzg2NzQ3NzQ2OTAy?cjc=q52p5po</a> <a href="https://classroom.google.com/c/Mzg2NzQ3NzQ2OTk1?cjc=ck5iuct">https://classroom.google.com/c/Mzg2NzQ3NzQ2OTk1?cjc=ck5iuct</a>

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

**Метою** навчальної дисципліни є формування у студентів інтегральної компетентності — здатності до логічного мислення, формування особистості студентів; розвиток їх інтелекту і здібностей; здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у новітніх технологіях, використовувати методи математичного аналізу в інженерних розрахунках.

Програмні компетентності: Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. Здатність працювати автономно.

Програмні результати навчання. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань. Розуміти та демонструвати добру професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

## 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 функцій комплексної змінної:

Тема 1.1 Функція комплексної змінної.

Тема 1.2. Границя.

Тема 1.3. Неперервність.

Тема 1.4. Диференціювання функцій комплексної змінної.

Тема 1.5. Інтегрування функцій комплексної змінної.

Тема 1.6. Ряди Тейлора та Лорана.

Тема 1.7. Застосування лишків до обчислення інтегралів.

### - Розділ 2. Операційне числення. Перетворення Лапласа та його застосування:

Тема 2.1. Перетворення Лапласа.

Тема 2.2. Основні властивості перетворення Лапласа.

Тема 2.3. Застосування перетворення Лапласа.

## 4. Навчальні матеріали та ресурси

### Базова література:

1. Овчинников П.П. Вища математика: Підручник. Ч.2. – К.: Техніка, 2000. – 792 с.

2. Бомба А.Я. Методи комплексного аналізу в задачах ідентифікації : монографія / А.Я. Бомба, М.В. Бойчура ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет водного господарства та природокористування. - Рівне : НУВГП, 2020. - 188 с.

3. Мельник Т.М. 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 А.К. 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.

#### 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>

3. Теорія функцій комплексної змінної [Електронний ресурс] : методичні вказівки до вивчення теми дисципліни «Вища математика» для студентів енергетичних спеціальностей усіх форм навчання / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Є. В. Массалітіна, О. О. Кільчинський. – Київ : НТУУ «КПІ», 2008. – 54 с.

4. Дорош А.К. 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.

*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]-[4]. 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	<b>Лекція 1.</b> Тема 1.1 Функція комплексної змінної. Поле комплексних чисел. Алгебраїчна форма комплексного числа. Спряжене число. Зображення комплексних чисел на площині. Геометричне тлумачення модуля та аргументу похідної функції комплексної змінної. Показникова форма комплексного числа. Тригонометрична форма комплексного числа. <b>Література: [2].</b>
2	<b>Лекція 2.</b> Тема 1.1. Функція комплексної змінної. Нескінченно віддалена точка. Розширена комплексна площина. Лінії та області на комплексній площині. Поняття функції комплексної змінної та його геометричний зміст. Основні елементарні функції комплексної змінної.

	<b>Література: [2].</b>
3	<b>Лекція 3.</b> Тема 1.2. Границя. Тема 1.3. Неперервність. Границі функції комплексної змінної. Неперервність функції комплексної змінної. <b>Література: [3].</b>
4	<b>Лекція 4.</b> Тема 1.4. Диференціювання функцій комплексної змінної. Похідна і диференціал. Умови Коші-Рімана. Поняття аналітичної функції. Властивості аналітичних функцій. Аналітичні функції та їх зв'язок з гармонічними. Геометричний зміст модуля та аргументу похідної. Поняття конформного відображення. <b>Література: [2].</b>
5	<b>Лекція 5.</b> Тема 1.5. Інтегрування функцій комплексної змінної. Означення криволінійних інтегралів I-го та II-го роду. Властивості криволінійних інтегралів. Обчислення криволінійних інтегралів. <b>Література: [2].</b>
6	<b>Лекція 6 .</b> Тема 1.5. Інтегрування функцій комплексної змінної. Поняття інтегралу по комплексній змінній вздовж кривої. Обчислення інтегралу по комплексній змінній вздовж кривої. <b>Література: [1], [2].</b>
7	<b>Лекція 7.</b> Тема 1.5. Інтегрування функцій комплексної змінної. . Інтегральна теорема Коші. Узагальнена інтегральна теорема Коші. Інтегральна формула Коші. <b>Література: [1], [2].</b>
8	<b>Лекція 8.</b> Тема 1.6. Ряди Тейлора та Лорана. Степеневі ряди в комплексній площині. Розклад аналітичних функцій в ряд Лорана. <b>Література: [2].</b>
9	<b>Лекція 9.</b> Тема 1.6. Ряди Тейлора та Лорана. Нулі аналітичної функції. Класифікація ізольованих особливих точок. Визначення типу особливої точки. Скінченна точка. Нескінченно віддалена точка. <b>Література: [1].</b>
10	<b>Лекція 10.</b> Тема 1.7. Застосування лишків до обчислення інтегралів. Лишок аналітичної функції у скінченній особливій точці. Основна теорема про лишки. Лишок функції у нескінченно віддаленій точці. Узагальнення основної теореми. <b>Література: [1], [2].</b>
11	<b>Лекція 11.</b> Тема 1.7. Застосування лишків до обчислення інтегралів. Логарифмічний лишок. Підрахунок числа нулів і полюсів аналітичної функції. Застосування лишків до обчислення деяких інтегралів від функцій дійсної змінної <b>Література: [1], [2].</b>
12	<b>Лекція 12.</b> Тема 2.1. Перетворення Лапласа. Перетворення Лапласа. Оригінал та зображення. Властивості перетворення Лапласа. Теорема єдиності. Теорема лінійності. Теорема подібності. Теорема зсуву. Теорема запізнення. <b>Література: [1].</b>
13	<b>Лекція 13.</b> Тема 2.2. Основні властивості перетворення Лапласа. Теорема про диференціювання оригіналу. Теорема про диференціювання оригіналу зображення для степеневі функції. Теорема про диференціювання зображення. Теорема про інтегрування оригіналу. Теорема про інтегрування зображення. <b>Література: [1], [4].</b>
14	<b>Лекція 14.</b> Тема 2.2. Основні властивості перетворення Лапласа. Згортка функцій. Означення. Властивості згортки функцій.14.3. Теорема Бореля. Інтеграл Дюамеля. <b>Література: [1].</b>
15	<b>Лекція 15.</b> Тема 2.2. Основні властивості перетворення Лапласа. 15.1.Теорема обернення Перша теорема розкладання зображення на прості дроби. Друга теорема розкладання зображення на прості дроби. <b>Література: [1].</b>
16	<b>Лекція 16.</b> Тема 2.3. Застосування перетворення Лапласа. Розв'язування диференціальних рівнянь. Рівняння з нульовими початковими умовами. Метод Дюамеля <b>Література: [1], [4].</b>
17	<b>Лекція 17.</b> Тема 2.3. Застосування перетворення Лапласа. Застосування операційного

	числення до дослідження перехідних процесів в електричних колах. <b>Література: [1].</b>
18	<b>Лекція 18.</b> Оглядова лекція за матеріалами всього курсу.

### Практичні заняття

№ з/п	Завдання, які виносяться на практичні заняття
<b>Практичне заняття 1</b>	Комплексні числа, дії над ними
<b>Практичне заняття 2</b>	Область визначення функції комплексної змінної
<b>Практичне заняття 3</b>	Аналітичність функції. Відновлення аналітичної функції
<b>Практичне заняття 4</b>	Обчислення криволінійного інтеграла II-го роду
<b>Практичне заняття 5</b>	Обчислення інтегралу від функції комплексної змінної по кривій
<b>Практичне заняття 6</b>	Обчислення інтегралів за допомогою інтегральної формули Коші
<b>Практичне заняття 7</b>	Ряди Лорана
<b>Практичне заняття 8</b>	Ряди Лорана
<b>Практичне заняття 9</b>	Характер особливих точок. Лишки функції
<b>Практичне заняття 10</b>	Обчислення інтегралів за допомогою теореми про лишки
<b>Практичне заняття 11</b>	Повторення. Захист РР за темою «Елементи теорії функції комплексної змінної»
<b>Практичне заняття 12</b>	Операційне числення. Знаходження зображення за даним оригіналом
<b>Практичне заняття 13</b>	Знаходження зображення за даним оригіналом
<b>Практичне заняття 14</b>	Знаходження оригіналу за даним зображенням
<b>Практичне заняття 15</b>	Знаходження оригіналу за даним зображенням
<b>Практичне заняття 16</b>	Розв'язання диференціальних рівнянь методами операційного числення
<b>Практичне заняття 17</b>	Розв'язання диференціальних рівнянь методами операційного числення
<b>Практичне заняття 18</b>	Повторення. МКР за темою «Операційне числення»

### 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.*

## 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 «Елементи теорії функцій комплексної змінної» 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** доцентом кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук Могильовою Вікторією Віталіївною

**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.