



## Елементи теорії функції 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>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i></li><li>• <i>Електричні машини і апарати</i></li><li>• <i>Електричні системи і мережі</i></li><li>• <i>Електричні станції</i></li><li>• <i>Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність</i></li><li>• <i>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i></li><li>• <i>Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології</i></li><li>• <i>Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії</i></li><li>• <i>Системи забезпечення споживачів електричною енергією</i></li><li>• <i>Управління, захист та автоматизація енергосистем</i></li></ul>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Вибіркова</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>Очна (денна)</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>II курс, осінній семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4 кредити ECTS/120 годин (лекцій – 36, практичних занять – 36, самостійна робота – 48)</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>залік/МКР/РГР</i>
<b>Розклад занять</b>	<i>Лекційні заняття – 1 раз на тиждень; практичні заняття – 1 раз на тиждень</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	<p>Лектор: к.ф.-м.н. Гречко Андрій Леонідович, 0980097170 Практичні заняття: Трофимчук Олена Петрівна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук <a href="mailto:trofimch@imath.kiev.ua">trofimch@imath.kiev.ua</a> Вдовенко Тетяна Іванівна, асистент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук <a href="mailto:tanyavdovenko@meta.ua">tanyavdovenko@meta.ua</a> Цуканова Аліса Олегівна, асистент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук</p>

## Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Елементи теорії функцій комплексної змінної» складено відповідно до програми підготовки бакалаврів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

**Метою навчальної дисципліни** є поглиблення у студентів наступних компетентностей:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

K08. Здатність працювати автономно;

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

**Програмні результати навчання, на покращення яких спрямована дисципліна:**

ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти шкільним курсом математики та обов'язково повними курсами вищої математики 1 та 2 семестру. Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля є необхідними для подальшого вивчення спеціальних курсів та «Фізика».

### 2. Зміст навчальної дисципліни

#### ***Розділ 1. Елементи теорії функцій комплексної змінної***

*Тема 1.1. Диференціювання функцій комплексної змінної*

*Тема 1.2. Інтегрування функцій комплексної змінної*

*Тема 1.3. Ряди та особливі точки функцій комплексної змінної*

*Тема 1.4. Лишки та їх застосування*

#### ***Розділ 2. Елементи операційного числення***

*Тема 2.1. Перетворення Лапласа*

*Тема 2.2. Застосування перетворення Лапласу*

### 3. Навчальні матеріали та ресурси

#### ***Основна література***

1. 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. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32268>

2. Завдання до розрахункової роботи «Теорія функції комплексної змінної. Операційне числення» для студентів механіко-машинобудівного інституту денної форми навчання всіх напрямків підготовки [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ» ; уклад.: Г. В. Журавська, І. М. Копась, Н. В. Рева. – Електронні текстові дані (1 файл: 985 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 29 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43549>

3. 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 – 92 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19900>

4. Збірник задач до розрахункових робіт з вищої математики. Збірник завдань [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. Л. Гречко, М. Є. Дудкін. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,26 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021 – 280 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41212>

5. Герасимчук В.С., Васильченко Г.С., Кравцов В.І., Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах. Том 3. Навч. посіб. - К.: Книги України ЛТД, 2010. - 470 с. ISBN 978-966-2331-05-9.

#### *Додаткова література*

6. Клепко В.Ю., Голець В.Л., Вища математика в прикладах і задачах: Навчальний посібник. 2-ге видання. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 594 с. ISBN 978-966-364-928-3.

7. Математичний аналіз у задачах і прикладах: У 2 ч.: Навч. посіб. /Л. І. Дюженкова, Т. В. Колесник, М. Я. Лященко та ін. — К.: Вища шк., 2002. — Ч. 1. — 462 с. ISBN 966-642-034-1.

8. Овчинников П.П., Михайленко В.М., Вища математика: підручник. Ч.2. – К.: Техніка, 2004. – 792 с.

9. Операційне числення [Електронний ресурс] : навчальний посібник для інженерних спеціальностей, для студентів, які навчаються за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Г. В. Журавська, Т. О. Карпалюк, І. М. Копась, Н. В. Рева. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,21 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 79 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23490>

10. Вища математика. Практикум. Навчальний посібник /О.Ю. Дюженкова, М.Є. Дудкін, І.В. Степахно. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 409 с. – Бібліогр.: 409 с. – електронне видання. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47504>

### **Навчальний контент**

#### **4. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)**

##### *Лекційні заняття*

#### **Тема 1.1. Диференціювання функцій комплексної змінної**

Лекція 1. Функції комплексної змінної. Границя. Неперервність.

Лекція 2. Елементарні функції комплексної змінної.

Лекція 3. Диференціювання функцій комплексної змінної. Умови Коші-Рімана.

Аналітичні функції та їх зв'язок із гармонічними. Геометричне тлумачення модуля і аргументу похідної функції комплексної змінної.

Геометричне тлумачення модуля і аргументу похідної функції комплексної змінної.

### **Тема 1.2. Інтегрування функцій комплексної змінної**

Лекція 4. Інтегрування функцій комплексної змінної.

Лекція 5. Інтегральна теорема Коші та її узагальнення на випадок многозв'язної області.

Лекція 6. Інтегральна формула Коші.

### **Тема 1.3. Ряди та особливі точки функцій комплексної змінної**

Лекція 7. Ряди Тейлора функцій комплексної змінної.

Лекція 8. Ряди Лорана функцій комплексної змінної.

Лекція 9. Нулі та ізольовані особливі точки функцій комплексної змінної, їх класифікація.

### **Тема 1.4 Лишки та їх застосування**

Лекція 10. Лишки. Обчислення лишків. Основна теорема про лишки

Лекція 11. Застосування лишків до обчислення інтегралів від функцій комплексної змінної.

Лекція 12. Застосування лишків до обчислення інтегралів від функцій дійсної змінної.

### **Тема 2.1. Перетворення Лапласа та його застосування.**

Лекція 13. Перетворення Лапласа. Його основні властивості. Зображення елементарних функцій.

Лекція 14. Основні теореми операційного числення. Приклади.

Лекція 15. Згортка функцій. Зображення згортки. Формула Дюамеля. Зображення періодичної функції.

Лекція 16. Теореми розкладу.

### **Тема 2.2. Застосування перетворення Лапласу**

Лекція 17,18. Застосування перетворення Лапласа. Розв'язування диференціальних рівнянь та їх систем за допомогою перетворення Лапласа.

### **Практичні заняття**

Нижче наведено перелік практичних занять, основні питання занять співпадають з темою занять.

**Практичне заняття 1,2.** Функції комплексної змінної. Границя. Неперервність. Елементарні функції. Диференціювання функції комплексної змінної.

**Практичне заняття 3,4.** Інтегрування функцій комплексної змінної. Інтегральна теорема Коші. Інтегральна формула Коші.

**Практичне заняття 5,6.** Ряди Тейлора і Лорана. Ізольовані особливі точки, їх класифікація.

**Практичне заняття 7-10.** Лишки. Основна теорема про лишки. Застосування лишків до обчислення інтегралів.

**Практичне заняття 11-12.** Перетворення Лапласа та його основні властивості.

**Практичне заняття 13-14.** Перетворення Лапласа. Знаходження оригіналів і зображень.

**Практичне заняття 15-17.** Розв'язування диференціальних рівнянь та систем операційним методом.

**Практичне заняття 18.** МКР "Елементи теорії функцій комплексної змінної. Операційне числення".

Структура роботи:

1. Задача на відновлення аналітичної функції за її відомою дійсною або уявною частиною.
2. Задача на інтегрування функції комплексної змінної вздовж незамкненої кривої.
3. Задача на інтегрування функції комплексної змінної вздовж замкненого контуру за допомогою лишків.
4. Задача на інтегрування функції дійсної змінної за допомогою лишків.
5. Задача на розв'язування задачі Коші за допомогою операційного числення.

**Розрахунково-графічна робота (РГР)**

У якості індивідуального завдання студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР), яка складається з двох частин. Перша частина відповідає темі розділу 1 і складається з 5 задач. Друга частина відповідає розділу 2 і складається з 15-20 задач. Тематика та завдання на РГР наведені у підручнику [4] розділу «Основна література».

**Самостійна робота студента**

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Диференціювання функцій комплексної змінної	4
2	Тема 1.2. Інтегрування функцій комплексної змінної	4
3	Тема 1.3. Ряди та особливі точки функцій комплексної змінної	4
4	Тема 1.4. Лишки та їх застосування	4
5	Тема 2.1. Перетворення Лапласа	4
6	Тема 2.2. Застосування перетворення Лапласу	6
7	Виконання та захист РГР	12
8	Підготовка до МКР	4
9	Підготовка до заліку	6
<i>Всього</i>		48

**6. Контрольні роботи**

Метою контрольних робіт є закріплення та перевірка теоретичних знань із кредитного модуля, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач.

Одна модульна контрольна робота (МКР) тривалістю в одну годину (90 хв.). Кожен студент отримує свій індивідуальний варіант завдань (3-5 задач). Структура та орієнтовані приклади задач оголошуються викладачем на передостанньому занятті, сама МКР проводиться на останньому занятті.

**Політика та контроль**

**5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу І-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі

нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.

- *правила поведінки на заняттях*: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;

- *політика дедлайнів та перескладань*: якщо студент не проходив або не з'явиться на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання результатів МКР не передбачено;

- *політика щодо академічної доброчесності*: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Елементи теорії функцій комплексної змінної»;

- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем* (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

## 6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

**Поточний контроль**: МКР, виконання завдань РГР, тест.

**Календарний контроль**: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

**Семестровий контроль**: залік.

**Умови допуску до семестрового контролю**: семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Менше 30	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист розрахунково-графічної роботи;
- виконання модульних контрольних робіт (МКР);
- виконання завдань на тесті.

Тест	РГР Частина 1	РГР Частина 2	МКР	Додаткові бали
10	15	45	30	10

### Тест

**Ваговий бал –2**. Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 2 бали \* 5 питань= 10 балів.

*Тест проводиться на практичних заняттях при розв'язанні студентом задач.*

**Критерії оцінювання**

- питання вирішено вірно – 2 бали;
- питання вирішено з помилками – 1 бал;
- питання вирішено із значними помилками – 0,5 балів;

**Розрахунково-графічна робота**

**Ваговий бал – 10.** Максимальна кількість балів за 2 частини РГР – 60.

*Розрахунково-графічна робота (РГР) складається з двох частин, кожна з яких оформлюється та здається окремо у визначений лектором термін (перед атестацією). Кожна задача в РГР оцінюється в 3 бали.*

*До захисту на максимальний бал допускаються студенти, які у визначений викладачем термін виконали РГР та оформили її у відповідності до встановлених вимог. При здачі РГР на перевірку після встановленого терміну максимальний бал за захист РГР зменшується вдвоє. Захист РГР складається з усного опитування. Під час усного захисту викладач задає питання по змістовній частині РГР для визначення у студента рівня знань теоретичної частини та його розуміння методів вирішення завдань.*

**Критерії оцінювання усного етапу РГР:**

- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту – 9-10 балів;
- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 6-8 балів;
- - своєчасна здача роботи, не повне розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з значними неточностями – 1-5 балів.
- робота виконана, але студент взагалі не орієнтується у матеріалі/робота виконана із значними помилками – на доопрацювання.

**Модульна контрольна робота**

*Ваговий бал за МКР – 30. Максимальний бал за МКР складає 30 балів.*

**Критерії оцінювання**

*На модульній контрольній роботі студент має виконати 5 завдань за матеріалами Розділу 1 та Розділу 2. Кожне завдання оцінюється в 6 балів.*

*Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.*

**Додаткові (бонусні) бали**

*Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали. Один студент не може отримати більше ніж 10 бонусних балів у семестрі. При отриманні більш ніж 10 балів, вони обмежуються на рівні 10. Бонусний 1 бал може бути отриманий виключно на лекції за правильну відповідь на нетривіальне або складне запитання лектора за темою лекції.*

**Форма семестрового контролю – залік**

*Максимальна сума балів складає 100. Умовою допуску до заліку є зараховані обидві частини РГР та отримання 30 балів в рейтингу. За бажанням студента для підвищення оцінки в системі ECTS, виконується залікова робота. Остаточна оцінка формується додаванням балів рейтингу з балами залікової роботи.*

**Залікова робота.** Залік проводиться за розкладом в режимі онлайн із записом. Студент за 2 години розв'язує 4 питання за структурою білета:

1. Теоретичне питання за розділом 1 та 2.
2. Задача за темою розділу 2.

3. *Задача за темою розділу 1 (диференціювання та інтегрування функцій комп. зм.).*

4. *Задача за темою розділу 1 (теорія лишків).*

*Кожне питання оцінюється в 10 балів. Перші питання в точності відповідають списку питань заліку.*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** Гречко А.Л., доцентом кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук.

**Ухвалено** кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 9 від 7.06.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФЕА (протокол № 10 від 16.06.2023 р.)