



## Елементи операційного числення та теорії поля

### 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>Заочна (денна)</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>II курс, осінній семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>4 кредити ECTS/120 годин (лекцій – 8, практичних занять – 8, самостійна робота – 104)</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>залік/МКР/РГР</i>
<b>Розклад занять</b>	
<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>
<b>Розміщення курсу</b>	<i><a href="https://classroom.google.com/c/NTgxNTY4NTIyMTY0?cjc=pfricdr">https://classroom.google.com/c/NTgxNTY4NTIyMTY0?cjc=pfricdr</a></i>

## Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Елементи операційного числення та теорії поля» 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, опанувати 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 операційного числення**

Тема 1.1. Перетворення Лапласа

Тема 1.2. Застосування перетворення Лапласу

**Розділ 2. Кратні інтеграли та теорія поля**

Тема 2.1. Подвійний інтеграл та його застосування

Тема 2.2. Потрійний інтеграл та його застосування

Тема 2.3. Криволінійні та поверхневі інтеграли та їх застосування

Тема 2.4. Елементи теорії поля

### 3. Навчальні матеріали та ресурси

**Основна література**

1. Дубовик В.П., Юрик І.І. Вища математика: навчальний посібник / – Київ.: А.С.К., 2005. – 612 с.

2. Дубовик В.П., Юрик І.І. Вища математика. Збірник задач / Київ: А.С.К., 2005. – 480 с.

3. Вища математика: Підручник / Домбровський В.А., Крижанівський І.М., Мацьків Р.С., Мигович Ф.М., Неміш В.М., Окрепкий Б.С., Хома Г.П., Шелестовська М.Я.; за редакцією Шинкарика М.І. –Тернопіль: Видавництво Карп'юка, 2003 - 480с. - ISBN 966-7946-15-0.

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 1. 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.

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

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*

**Лекція 1.** Перетворення Лапласа. Його основні властивості. Зображення елементарних Функцій. Основні теореми операційного числення. Приклади.

**Лекція 2.** Застосування подвійних інтегралів до задач геометрії та механіки: площа плоскої фігури, об'єм циліндричного тіла, площа поверхні, маса неоднорідної пластини, статичні моменти, координати центру мас, моменти інерції.

**Лекція 3.** Застосування криволінійного інтеграла першого роду до задач геометрії та механіки: довжина дуги кривої, маса матеріальної кривої, статичні моменти і моменти інерції, координати центру мас.

**Лекція 4.** Скалярне поле. Лінії та поверхні рівня. Похідна в даному напрямку. Градієнт скалярного поля. Векторне поле. Векторні лінії та трубки. Потік векторного поля крізь поверхню та його фізичне тлумачення. Дивергенція векторного поля. Інваріантне означення дивергенції. Фізичне тлумачення дивергенції. Теорема Остроградського-Гауса.

##### *Практичні заняття*

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

**Практичне заняття 1.** Перетворення Лапласа та його властивості. Перетворення Лапласа. Знаходження оригіналів і зображень.

**Практичне заняття 2.** Подвійний інтеграл. Обчислення подвійного інтеграла в декартових координатах. Перехід до полярної системи координат.

**Практичне заняття 3.** Потрійний інтеграл. Обчислення потрійного інтеграла в декартових координатах. Перехід до циліндричної та сферичної координатних систем.

Застосування потрійних інтегралів до задач геометрії та механіки.

**Практичне заняття 4.** Векторне поле. Потік. Дивергенція. Теорема Остроградського-Гауса. Циркуляція. Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Класифікація векторних полів.

**Розрахунково-графічна робота (РГР)**

У якості індивідуального завдання студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР), яка складається з 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	<b>Тема 1.1. Перетворення Лапласа</b> Згортка функцій. Зображення згортки. Формула Дюамеля. Зображення періодичної функції. Теорема розкладу.	6
2	<b>Тема 1.2. Застосування перетворення Лапласа</b> Застосування перетворення Лапласа. Розв'язування диференціальних рівнянь, систем та обчислення інтегралів за допомогою перетворення Лапласа.	8
3	<b>Тема 2.1. Подвійний інтеграл та його застосування</b> Знаходження об'єму циліндричного тіла. Означення подвійного інтеграла. Його властивості, геометричний і механічний зміст. Обчислення подвійного інтеграла в декартових координатах. Заміна змінних у подвійному інтегралі. Обчислення подвійного інтеграла в полярних координатах. Знаходження маси неоднорідного тіла. Означення потрійного інтеграла. Його механічний зміст та властивості. Обчислення потрійного інтеграла в декартових координатах. Заміна змінних у потрійному інтегралі. Обчислення потрійного інтеграла в циліндричних та сферичних координатах.	24
4	<b>Тема 2.2. Потрійний інтеграл та його застосування</b> Застосування потрійного інтеграла до задач геометрії та механіки: об'єм тіла, маса неоднорідного тіла, моменти інерції, статичні моменти, координати центру мас. Знаходження маси матеріальної неоднорідної кривої. Означення криволінійного інтеграла першого роду. Його властивості і механічний зміст. Обчислення криволінійного інтеграла першого роду в усіх випадках задання кривої інтегрування.	15
5	<b>Тема 2.3. Криволінійні та поверхневі інтеграли та їх застосування</b> Задача про роботу сили на криволінійному шляху. Означення криволінійного інтеграла другого роду, Його властивості, обчислення і механічний зміст. Формула Гріна. Незалежність від форми шляху інтегрування. Зв'язок між криволінійними інтегралами першого і другого роду. Властивості криволінійного інтеграла другого роду.	15
6	<b>Тема 2.4. Елементи теорії поля</b> Циркуляція і ротор векторного поля, їх інваріантне означення та фізичне тлумачення. Теорема Стокса. Класифікація векторних полів та їх основні властивості. Оператор Гамільтона. Його вираження. Диференціальні операції другого порядку. Оператор Лапласа, формули Максвелла.	15

7	Виконання та захист РГР	15
8	Підготовка до заліку	6
Всього		104

## Політика та контроль

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

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 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 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 операційного числення та теорії поля»;

- 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:** виконання завдань РГР, тест.

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

**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 завдань на тесті.

Тест	РГР	Додаткові бали
20	80	8

### **Тест**

**Ваговий бал –5.** Максимальна кількість балів за всі практичні заняття – 5 балів\* 4 заняття= 20 балів.

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

#### **Критерії оцінювання**

- питання вирішено вірно – 5 балів;
- питання вирішено з помилками – 3 бали;
- питання вирішено із значними помилками – 2 бали;

#### **Розрахунково-графічна робота**

**Ваговий бал – 10.** Максимальна кількість балів за РГР – 80 балів.

*Розрахунково-графічна робота (РГР) складається з 20 задач і оцінюється в 4 бали.*

*До захисту на максимальний бал допускаються студенти, які у визначений викладачем термін виконали РГР та оформили її у відповідності до встановлених вимог. 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 РГР:**

- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, повні відповіді на запитання до захисту – 65-80 балів;
- своєчасна здача роботи, розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з деякими неточностями – 50-64 балів;
- - своєчасна здача роботи, не повне розуміння представленого матеріалу, відповіді на запитання до захисту з значними неточностями – 30-49 балів.
- робота виконана, але студент взагалі не орієнтується у матеріалі/робота виконана із значними помилками – 0-29 балів.

#### **Додаткові (бонусні) бали**

*Рейтинговою системою оцінювання передбачені додаткові бали. Один студент не може отримати більше ніж 8 бонусних балів у семестрі. Бонусний бал складає 2 бали і 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 зарахована 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 1.
3. Задача за темою розділу 2 (кратні інтеграли).
4. Задача за темою розділу 2 (теорія поля).

*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 № 11 від 22.06.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією ФЕА (протокол № 10 від 30.06.2023 р.)