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

Кафедра
математичної фізики
та диференціальних
рівнянь

Елементи операційного числення та теорії поля

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*14 «Електрична інженерія»*
Спеціальність	*141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*
Освітня програма	*Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів* *Електричні машини і апарати* *Електричні системи і мережі* *Електричні станції* *Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність* *Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси* *Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології* *Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії* *Системи забезпечення споживачів електричною енергією* *Управління, захист та автоматизація енергосистем*
Статус дисципліни	*Вибіркова*
Форма навчання	*Очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*II курс, осінній семестр*
Обсяг дисципліни	*120 годин / 4 кредити ECTS (лекції – 36 годин; практики – 36 годин; самостійна робота –48годин)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*залік/МКР/РГР*
Розклад занять	*http://rozklad.kpi.ua* *2 лекції на тиждень, 2 практичних заняття на тиждень*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	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 trofimch@imath.kiev.ua Вдовенко Тетяна Іванівна, асистент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук tanyavdovenko@meta.ua Цуканова Аліса Олегівна, асистент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук shugaray@mail.ru

Розміщення курсу	*https://drive.google.com/drive/folders/19CfW9PtWmdqNtcsuTEbtp-22Hn37V5z7?usp=share_link*

Програма навчальної дисципліни

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

Силабус навчальної дисципліни «Елементи операційного числення та теорії поля» складено відповідно до освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» підготовки бакалаврів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є закріплення у студентів наступних здатностей: К01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. К06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; К08. Здатність працювати автономно; К12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

Предмет навчальної дисципліни – формування основ перетворення Лапласу, кратного інтегрування та його застосування в задачах інжинірингу, вивчення основ теорії поля та його застосування в фізиці.

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, вимірювальною 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.

2. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Елемента 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 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 данні (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. Перетворення Лапласа

Лекція 1. Перетворення Лапласа. Його основні властивості. Зображення елементарних Функцій.

Лекція 2. Основні теореми операційного числення. Приклади.

Лекція 3. Згортка функцій. Зображення згортки. Формула Дюамеля. Зображення періодичної функції. Теореми розкладу.

Тема 1.2. Застосування перетворення Лапласу

Лекція 4. Застосування перетворення Лапласа. Розв'язування диференціальних рівнянь, систем та обчислення інтегралів за допомогою перетворення Лапласа.

Тема 2.1. Подвійний інтеграл та його застосування

Лекція 5. 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.

Лекція 6. 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 7. 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.

Тема 2.2. Потрійний інтеграл та його застосування

Лекція 8. Застосування потрійного інтеграла до задач геометрії та механіки: об’єм тіла, маса неоднорідного тіла, моменти інерції, статичні моменти, координати центру мас.

Лекція 9. 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.

Тема 2.3. Криволінійні та поверхневі інтеграли та їх застосування

Лекція 10. 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 11. 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.

СРС: Властивості криволінійного інтеграла другого роду.

Лекція 12. Означення поверхневого інтеграла першого роду. Його властивості та обчислення. Застосування поверхневого інтеграла першого роду до задач геометрії та механіки: площа поверхні, маса матеріальної поверхні, статичні моменти та моменти інерції, координати центру мас.

СРС: Властивості поверхневих інтегралів першого роду.

Лекція 13. Означення поверхневого інтеграла другого роду. Його обчислення. Формули Остроградського-Гауса, Стокса.

Тема 2.4 Елементи теорії поля

Лекція 14. Скалярне поле. Лінії та поверхні рівня. Похідна в даному напрямку. Градієнт скалярного поля. Векторне поле. Векторні лінії та трубки.

Лекція 15. Потік векторного поля крізь поверхню та його фізичне тлумачення. Дивергенція векторного поля. Інваріантне означення дивергенції. Фізичне тлумачення дивергенції. Теорема Остроградського-Гауса.

Лекція 16. Циркуляція і ротор векторного поля, їх інваріантне означення та фізичне тлумачення. Теорема Стокса.

Лекція 17. Класифікація векторних полів та їх основні властивості.

Лекція 18. Оператор Гамільтона. Його вираження. Диференціальні операції другого порядку. Оператор Лапласа, формули Максвела.

Практичні заняття

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

Пр-1 Перетворення Лапласа та його властивості.

Пр-2 Перетворення Лапласа. Знаходження оригіналів і зображень.

Пр-3-4 Розв’язування диференціальних рівнянь, систем, обчислення інтегралів операційним методом.

Пр-5-6 Подвійний інтеграл. Обчислення подвійного інтеграла в декартових координатах. Перехід до полярної системи координат.

Пр-7 Застосування подвійних інтегралів до задач геометрії та механіки.

Пр-8-9 Потрійний інтеграл. Обчислення потрійного інтеграла в декартових координатах. Перехід до циліндричної та сферичної координатних систем.

Пр-10 Застосування потрійних інтегралів до задач геометрії та механіки.

Пр-11 Обчислення і застосування криволінійних інтегралів.

Пр-12 Обчислення поверхневих інтегралів.

Пр-13 Скалярне поле. Лінії та поверхні рівня. Похідна в даному напрямку. Градієнт.

Пр-14-15 Векторне поле. Потік. Дивергенція. Теорема Остроградського-Гауса.

Пр-16-17 Циркуляція. Ротор векторного поля. Теорема Стокса. Класифікація векторних полів.

П-18 МКР " Операційне числення. Кратні інтеграли. Елементи теорії поля ".

Структура роботи:

1. Обчислення подвійного або потрійного інтегралу.
2. Розв’язання диференціального рівняння перетворенням Лапласу .
3. Приклад на обчислення потоку або циркуляції векторного поля.

Розрахунково-графічна робота (РГР)

У якості індивідуального завдання студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР), яка складається з двох частин. Перша частина відповідає темі розділу 1і складається з 5 задач. Друга частини 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. Перетворення Лапласа*	*4*
2	*Тема 1.2. Застосування перетворення Лапласу*	*4*
3	*Тема 2.1. Подвійний інтеграл та його застосування*	*4*
6	*Тема 2.2. Потрійний інтеграл та його застосування*	*4*
7	*Тема 2.3. Криволінійні та поверхневі інтеграли та їх застосування*	*4*
8	*Тема 2.4 Елементи теорії поля*	*6*
9	*Виконання та захист РГР*	*10*
10	*Підготовка до МКР*	*4*
11	*Підготовка до екзамену*	*8*

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 (3-5задач). 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 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 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 «Моделювання електромеханічних систем»;*
- *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 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 модульних контрольних робіт (МКР);*
- *виконання завдань на тесті.*

Тест	*РГР Частина 1*	*РГР Частина 2*	*МКР*	*Додаткові бали*
10	*10*	*10*	*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 – 20.*

Розрахунково-графічна робота (РГР) складається з двох частин, кожна з яких оформлюється та здається окремо у визначений лектором термін (перед атестацією).

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 знать 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 отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» відбувається множенням балів рейтингу на $\frac{5}{3}$, студенти які мають бали менше 36 та ті, хто бажає підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують залікову роботу. 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 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. Першеі питання в точності відповідають списку екзаменаційних питань.

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 18.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)