



Теоретичні основи математичного моделювання в електроенергетиці

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G - Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G3 "Електрична інженерія"</i>
Освітня програма	<i>Енергоменеджмент та енергоефективні технології Системи забезпечення споживачів електричною енергією</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин/ 4 кредити ЄКТС (лекції – 6 год., практичні заняття – 4 год., СРС – 110 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / модульна контрольна робота (МКР)/ індивідуальне семестрове завдання (ІСЗ)</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: Зражевська Віра Федорівна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук zrazhevska.vira@lil.kpi.ua intellect.kpi.ua/profile/zvf1 ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5117-8093 Практичні: Зражевська Віра Федорівна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук zrazhevska.vira@lil.kpi.ua intellect.kpi.ua/profile/zvf1 ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5117-8093</i>
Розміщення курсу	<i>Googleclassroom, Платформа дистанційного навчання "Сікорський" https://classroom.google.com/c/NjgwOTYyNTgINTgw?cjc=t436rqa</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна "Теоретичні основи математичного моделювання в електроенергетиці" передбачає вивчення розділів вищої математики таких, як: інтегральне числення функцій багатьох змінних, теорія ймовірностей, математична статистика, теорія функцій комплексної змінної і операційне числення. Дані розділи створюють теоретичний фундамент для математичного моделювання, що призначене для формалізації та розв'язання практичних задач в галузях енергозбереження та енергоменеджменту: Вивчивши матеріали курсу, студенти ознайомляться з основними поняттями теорії математичного моделювання та особливостями побудови і

застосування математичних моделей в електроенергетиці, отримають можливість будувати коректні та адекватні математичні моделі в предметній галузі освітньої програми, і, таким чином, здійснювати постановку та розв'язувати практичні проблеми електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Розглянуті в курсі теми вищої математики є важливою складовою частиною програми професійної підготовки фахівців з питань енергоменеджменту і використовуються при вивченні інших освітніх компонент даної спеціальності, таких що потребують математичного опису та формалізації.

Програмні компетентності:

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01- Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;

ЗК02- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК03- Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

ЗК08- Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності (ФК):

ФК02- Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

Програмні результати навчання:

ПРН05- Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;

ПРН08- Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

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

Викладається в третьому семестрі на базі матеріалів курсів «Вища математика 1», «Вища математика 2», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та програмування». Компетентності та програмні результати навчання, одержані в процесі вивчення кредитного модуля, є необхідними для вивчення дисципліни «Математичні задачі енергетики», «Основи теплотехніки», «Основи і технології енергетичного менеджменту».

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Елементи теорії функції комплексної змінної і операційного числення. Диференціювання і інтегрування функції комплексної змінної. Ряди Лорана. Лишки та їх застосування. Перетворення Лапласа, його властивості. Застосування операційного числення до знаходження розв'язків диференціальних рівнянь та систем.

Змістовний модуль 2. Теорія ймовірностей, елементи математичної статистики. Класична ймовірність. Формула повної ймовірності, формула Байєса. Дискретні та неперервні випадкові величини, їх розподіли та числові характеристики. Статистичні розподіли та числові характеристики вибірки. Метод моментів точкової оцінки невідомих параметрів розподілу.

Змістовний модуль 3. Основні поняття математичного моделювання та його особливості в електроенергетиці. Основні поняття і визначення. Особливості математичного моделювання в енергетиці. Приклади математичних моделей в електроенергетиці

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Вища математика: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за інженерними спеціальностями / М. Є. Дудкін, О. Ю. Дюженкова, І. В. Степахно; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 449 с.
2. Мартиненко, М. А. Теорія функції комплексної змінної. Операційне числення : навч. посіб. / М. А. Мартиненко, І. І. Юрик. – К.: Видавничий дім «Слово», 2013. – 296 с
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. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19900>
4. 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. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/23490>
5. Вища математика. Операційне числення: теорія і практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою “Системи забезпечення споживачів електричною енергією” спец. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. Ф. Зражевська, Г. М. Зражевський. – Електрон. текст. дані (1 файл: 1,71 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 66 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73754>
6. Кириленко О. В., Сегеда М. С., Буткевич О. Ф., Мазур Т. А.; за ред. М. С. Сегеди, Математичне моделювання в електроенергетиці: підручник / ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – 2-ге вид. – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2013. – 608 с. : іл. – ISBN 978-617-607-376-5
7. Кушлик-Дивульська О.І., Поліщук Н.В., Орел Б.П., Штабалюк П.І, Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 212 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/18378>
8. Огірко О.І., Галайко Н.В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник. Львів: ЛьвДУВС, 2017. 292 с.

*Додаткова література
(факультативно / ознайомлення)*

9. Станжицький О.М., Таран Є.Ю., Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання : Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 96 с.
10. Функції комплексної змінної. Операційне числення. Векторний аналіз [Електронний ресурс] : збірник задач для студентів технічних спеціальностей / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. З. П. Ординська, Л. А. Репета. – Електронні текстові дані (1 файл: 989 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 68 с. – Назва з екрана. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/22860>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Навчальна дисципліна складається з лекційного матеріалу, практичних занять та контрольних заходів у вигляді модульної контрольної роботи (МКР), індивідуального семестрового завдання (ІСЗ).

Практичні заняття з дисципліни проводяться з метою закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття студентами умінь і практичних навичок використання математичного апарату для постановки і розв’язання задач в галузі енергозбереження та енергоменеджмента.

Студенти заочної форми навчання вивчають більшість матеріалу самостійно внаслідок невеликої кількості аудиторних годин.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
Змістовний модуль 1. Елементи теорії функції комплексної змінної і операційного числення	
1	Тема 1. Функція комплексної змінної, основні поняття. Диференціювання функції комплексної змінної. Інтегрування функції комплексної змінної. Означення функції комплексної змінної. Основні функції комплексної змінної, границя, неперервність функції комплексної змінної. Диференціювання функції комплексної змінної. Умови Коші-Рімана. Відновлення аналітичної функції за її дійсною або уявною частинами. Контурні інтеграли від аналітичних функцій комплексної змінної для однозв'язних та багатозв'язних областей. Інтегральні теореми Коші. <i>Літературні джерела: [1,2,3]</i>
2	Тема 2. Ряди Лорана. Класифікація особливих точок. Лишки та їх застосування. Розклад у ряди Лорана. Класифікація ізольованих особливих точок. Обчислення лишків за розкладеннями в степеневі ряди і за допомогою границь та похідних. Застосування лишків при обчисленні інтегралів. <i>Літературні джерела: [1,2,3]</i>
3	Теми 3. Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення. Знаходження зображення по відомому оригіналу. Означення функції оригінала, перетворення Лапласа. Основні властивості перетворення Лапласа: теореми лінійності, подібності, зміщення, теореми про диференціювання та інтегрування зображень і оригіналів. Означення згортки та її властивості. Теорема про згортку. Формула Дюамеля. Теорема запізнення. <i>Літературні джерела: [1,2,4,5]</i>
4	Тема 4. Обернене перетворення Лапласа. Операційний метод розв'язування диференціальних рівнянь. Метод розкладу раціонального дробу на суму простих раціональних дробів. Застосування теорії лишків для знаходження оригіналу за даним зображенням. Теорема розкладання. Застосування операційного числення до розв'язання диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами та систем диференціальних рівнянь. <i>Літературні джерела: [1,2,4,5]</i>
Змістовний модуль 2. Теорія ймовірностей, елементи математичної статистики	
5	Тема 5. Елементи теорії ймовірностей. Дискретні і неперервні випадкові

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	величини Випадкова подія. Алгебра подій. Простір елементарних подій. Класичне означення ймовірності. Геометричні ймовірності. Умовна ймовірність. Залежні і незалежні події. Теореми про ймовірність суми та добутку подій. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Дискретні випадкові величини: означення, способи завдання і числові характеристики. Біноміальний, геометричний розподіли, розподіл Пуассона. Інтегральна та диференціальна функції розподілу неперервної випадкової величини і їх властивості. Числові характеристики неперервних випадкових величин. Рівномірний, показниковий, нормальний розподіли. <i>Літературні джерела: [7,8]</i>
Змістовний модуль 3. Основні поняття математичного моделювання та його особливості в електроенергетиці	
6	Тема 6. Математичне моделювання. Основні поняття і визначення. Класифікація математичних моделей. Основні етапи процесу моделювання <i>Літературні джерела: [6]</i>

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	Тема 1. Елементи комплексного аналізу. Основні поняття. Диференціювання і інтегрування функції комплексної змінної. Умови Коші-Рімана. Аналітичність функції. Контурні інтеграли від аналітичних функцій комплексної змінної для однозв'язних та багатозв'язних областей. <i>Літературні джерела: [1,2,3]</i>
2	Тема 2. Ряди Лорана. Ізольовані особливі точки. Лишки та їх застосування. Ряди Лорана. Ізольовані особливі точки функції та їх класифікація. Обчислення лишків за розкладеннями в степеневі ряди і за допомогою границь та похідних. Теорема про лишки. Обчислення інтегралів із застосуванням теореми Коші про лишки. <i>Літературні джерела: [1,2,3]</i>
3	Тема 3. Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення. Застосування операційного числення до розв'язання диференціальних рівнянь Знаходження зображення по оригіналу з використанням теорем лінійності, диференціювання та інтегрування зображень і оригіналів. Теорема запізнення. Згортка функцій, теорема про згортку. Обернене перетворення Лапласа. Розв'язування диференціальних рівнянь і систем методами операційного

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
	числення. Літературні джерела: [2,4,5]
4	Тема 4. Класичне означення ймовірності. Дискретні і неперервні випадкові величини. Класичне означення ймовірності, застосування формул комбінаторики для її знаходження. Залежні і незалежні події, умовна ймовірність. Теорема додавання і множення. Формула повної ймовірності. Формула Байєса. Знаходження законів розподілу ймовірностей дискретної випадкової величини, знаходження їх числових характеристик (математичного сподівання, дисперсії, середнє квадратичного відхилення). Диференціальна та інтегральна функції розподілу, їх властивості. Показниковий, рівномірний, нормальний розподіли та їх числові характеристики (математичного сподівання, дисперсії, середнє квадратичного відхилення) Літературні джерела: [7,8]

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	10
2	Самостійне опрацювання тем	45
3	Виконання МКР	15
4	Виконання ІСЗ	20
5	Підготовка до заліку	20

Теми, які виносяться на самостійне опрацювання

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Відновлення аналітичної функції за її дійсною або уявною частинах. Література [2,3].	2
2.	Інтегральні теореми Коші. Література[2,3].	6

3.	Обчислення лишків за розкладеннями в степеневі ряди. Література [2,3].	2
4.	Теорема запізнення. Згортка функцій, теорема про згортку. Формула Дюамеля. Зображення періодичної функції. Література [2,4,5].	8
5.	Застосування теорії лишків для знаходження оригіналу за даним зображенням. Теорема розкладання. Література [2,4,5].	15
6.	Приклади застосування операційного числення для розрахунку процесів у розгалужених електричних колах . Література [2,4,5].	6
7.	Геометрична ймовірність. Література[7,8].	2
8.	Послідовність незалежних випробувань. Формула Бернуллі. Локальна теорема Муавра-Лапласа, інтегральна теорема Лапласа, теорема Пуассона Література[7,8].	4

Політика та контроль

7. 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;
- правила захисту індивідуальних завдань: у вигляді усного обговорення, на вимогу викладача;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у студентських конкурсах та олімпіадах. Штрафні бали не нараховуються;
- політика дедлайнів та перескладань: кожен студент зобов'язаний дотримуватися термінів виконання завдань. Обов'язковими контрольними заходами оцінювання для допуску до заліку є виконання ІСЗ та МКР на мінімально позитивну оцінку. Порядок перескладання семестрового контролю визначається загальними правилами університету¹.
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf>

¹Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (Додаток 1 до наказу № 7-137 від 0.08.2020 р.).URL: https://kpi.ua/document_control

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, у тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Теоретичні основи математичного моделювання в електроенергетиці». Викладачі та студенти, що вивчають дану дисципліну, зобов'язані дотримуватися положень прийнятого в університеті Кодексу честі²;

- 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.

Інклюзивне навчання. Засвоєння знань та умінь в ході вивчення дисципліни може бути доступним для більшості осіб з особливими освітніми потребами, окрім здобувачів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою. У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англomовних джерел.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: написання та захист ІСЗ, МКР.

Модульна контрольна робота і індивідуальне семестрове завдання виконується студентом в поза аудиторний час, потребує захисту. Захист полягає в поясненні виконання завдань та відповіді на теоретичні питання даної теми (перелік питань надається при видачі завдання). Без захисту завдання оцінюється не більше ніж 60% від максимального балу за це завдання, теорія -0 балів.

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

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування МКР та ІСЗ.

Модульна контрольна робота. Тема: “Елементи теорії функції комплексної змінної і операційного числення”.

Ваговий бал 50 – 10 завдань.

Індивідуальне семестрове завдання. Тема: “Теорія ймовірностей, елементи математичної статистики. Основні поняття математичного моделювання та його особливості в електроенергетиці”.

Ваговий бал 50 – 10 завдань.

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.

Якщо сума балів менша за 60, але виконані і зараховані МКР та ІСЗ, студент виконує залікову контрольну роботу.

²Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». URL: <https://kpi.ua/code>

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі, та балів за МКР і ІСЗ, але не перевищує 100 балів.

Залікова контрольна робота оцінюється у 40 балів. Кожне завдання містить два теоретичних запитання й два практичне завдання. Перелік запитань, що наданий у додатку до силабусу, надається викладачем і викладено на інформаційних ресурсах (Кампус, Google Classroom). Кожне питання оцінюється в 10 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв’язування завдання) – 9 – 10 балів,
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв’язування завдання з незначними неточностями) – 7 – 8 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60 % потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) ; 6 балів
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль:

- *Тема 1.* Теорія аналітичних функцій. Диференціювання функції комплексної змінної. Умови Коші-Римана.
- *Тема 2.* Інтегрування функції комплексної змінної. Теорема Коші та інтегральна формула Коші.
- *Тема 3.* Класифікація ізольованих особливих точок. Лишки та їх застосування.
- *Тема 4.* Перетворення Лапласа та його основні властивості. Знаходження зображення по оригіналу із застосуванням теореми лінійності, запізнення, диференціювання та інтегрування зображення і оригінала. Згортка функцій. Формула Дюамеля.
- *Тема 5.* Теорема розкладу. Відновлення оригінала по відомому зображенню. Розв’язування диференціальних рівнянь методами операційного числення.
- *Тема 6.* Класичне означення ймовірності. Теореми додавання і множення. Формула повної ймовірності. Формула Байєса.
- *Тема 7.* Послідовні незалежні випробування. Граничні теореми, формули Бернуллі.
- *Тема 8.* Дискретні випадкові величини: знаходження законів розподілу ймовірностей дискретної випадкової величини, знаходження їх числових характеристик.
- *Тема 9.* Неперервні випадкові величини, показниковий, рівномірний, нормальний розподіли, та їх числові характеристики.

- *Тема 10.* Статистичні розподіли і числові характеристики вибірки.
- *Тема 11.* Математичне моделювання: означення, типи моделей, основні етапи моделювання. Побудова формальних математичних моделей.

Методи та форми навчання включають не лише традиційні університетські лекції та семінарські заняття, а також елементи роботи в командах та групових дискусій. Застосовуються стратегії активного навчання, які визначаються такими методами та технологіями: методи проблемного навчання (дослідницький метод); особистісно-орієнтовані технології, засновані на таких формах і методах навчання як кейс-технологія і проектна технологія; візуалізація та інформаційно-комунікаційні технології, зокрема електронні презентації для лекційних занять. Комунікація з викладачем будується за допомогою використання інформаційної системи «Електронний кампус», платформи дистанційного навчання «Сікорський» на базі GSuiteforEducation, а також такими інструментами комунікації, як електронна пошта. Під час навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук
Зражевська Віра Федорівна.

Ухвалено кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь (протокол № 10 від 24.06.26)

Погоджено Методичною комісією ННІЕЕ (протокол № 43 від 29.06.26)