

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра теоретичної фізики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

в.о. декана фізичного факультету

_____ Володимир ЛАЗУР

« _____ » _____ 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«РІВНЯННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ»

Рівень вищої освіти

Галузь знань

Спеціальність

Бакалавр

10 Природничі науки

**105 Прикладна фізика і
наноматеріали**

Освітня програма

Статус дисципліни

Мова навчання

Прикладна фізика і наноматеріали

обов'язкова

українська

Ужгород – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Рівняння математичної фізики» для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки** спеціальності **105 Прикладна фізика і наноматеріали** освітньої програми **Прикладна фізика і наноматеріали**.

Розробник: Нодь Є.А., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри теоретичної фізики

протокол № ____ від «____» _____ 2025 р.

Завідувач кафедри _____ Мирослав КАРБОВАНЕЦЬ

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № ____ від «____» _____ 2025 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Василь РУБІШ

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 5	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 150	4-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання - 8: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	7-й
	Лекції:
	36-год.
	Практичні (семінарські):
	36-год.
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:
	– -год.
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	78-год.

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Рівняння математичної фізики» є надання здобувачам вищої освіти знань основ теорії диференціальних рівнянь із частинними похідними (ДРЧП), ознайомлення з основними рівняннями математичної фізики та постановкою для них крайових задач, формування умінь складати математичні моделі різних явищ природи, які приводять до задач Коші, мішаних та крайових задач для ДРЧП, навчити студентів володінню відповідним математичним апаратом, який повинен бути достатнім для того, щоб майбутні фахівці могли опрацьовувати побудовані математичні моделі, тобто знаходити розв'язки отриманих задач, давати їх фізичну інтерпретацію, вміти проводити дослідження реальних процесів на основі вивчення якісних властивостей розроблених математичних моделей.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- ІК Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі прикладної фізики і наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії і характеризується певною невизначеністю умов.
- ЗК-1: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК-2: Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК-3: Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК-5: Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК-6: Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК-7: Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК-9: Здатність працювати автономно.
- ФК-1: Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів.
- ФК-2: Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.
- ФК-3: Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.
- ФК-6: Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.
- ФК-7: Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

ФК-8: Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Рівняння математичної фізики» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

ОК 6. Аналітична геометрія і вища алгебра

ОК 8. Математичний аналіз

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Прикладна фізика і наноматеріали», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.	ПРН 01
Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.	ПРН 02
Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій	ПРН 04

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Рівняння математичної фізики»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Володіння відповідним математичним апаратом, який повинен бути достатнім для того, щоб майбутні фахівці могли опрацьовувати математичні моделі, які приводять до задач Коші, мішаних та крайових задач для ДРЧП, а також складати такі моделі. Формалізувати фізичні задачі за допомогою освоєного математичного апарату, класифікувати отримані математичні співвідношення за типами і, слідуючи відомим алгоритмам, отримувати розв'язки.	ПРН 01, ПРН 02
Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.	ПРН 04

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- поточний контроль успішності;
- модульний контроль;
- підсумковий контроль;
- екзамен.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю:

- вибіркове усне опитування перед початком занять;
- перевірка якості виконання завдань для самостійної роботи, зокрема за конспектами матеріалів;
- розрахункові завдання;
- тестування;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

Форма модульного контролю:

Форма модульного контролю: поточне оцінювання та виконання модульної контрольної роботи у письмовій формі, сумарний результати яких оцінюються за 100-бальною шкалою за кожний модуль.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзамен. До екзамену допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

7 семестр

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	60	100
5	5	5	5	5	5	5	5		

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	60	100
5	5	5	5	5	5	5	5		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кіль- кість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кіль- кість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	2	40	2	40
Модульна контрольна робота	1	60	1	60
Разом	3	100	3	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в письмовій (або електронній) формі. Модульний контроль знань студентів здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу змістового модуля.

При оцінюванні знань враховується в першу чергу повнота, правильність і вичерпність відповідей на поставлені в модульних контрольних роботах запитання. Оцінка виставляється за 100-бальною шкалою та національною 5-бальною шкалою. Відомість результатів оформлюється за системою ECTS.

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо під час проведення контролю було виявлено:

1. Наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту.
2. Вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту.
3. Глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії.
4. Високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Відмінно виконана робота демонструє наявність у студента творчих здібностей.

Оцінка «добре» виставляється, коли студент письмово відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму курсу. У відповідях, які оцінені на «добре», можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей. Студент спроможний з допомогою літератури ліквідувати всі недоліки у відповідях.

Оцінка «задовільно» виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми курсу. У відповідях, які оцінені на «задовільно», можуть

зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

Оцінка «незадовільно» виставляється за роботу, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу курсу, а у наявних його письмових відповідях є як принципові, так і грубі помилки. Студенти, які не представили письмові відповіді на модульних контрольних роботах, вважаються такими, що одержали оцінку «незадовільно».

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни «**Рівняння математичної фізики**» здійснюється у формі екзамену. Екзамен проводиться в усній формі. Оцінка виставляється за 100-бальною шкалою та національною 4-бальною шкалою. Відомість результатів оформлюється за системою ECTS.

Оцінка «відмінно» виставляється, якщо під час проведення екзамену було виявлено:

1. Наявність у студента всебічних, повних, глибоких інтегрованих знань програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання запропонованого варіанту.
2. Вміння студента в письмовій та усній формі чітко, вичерпно і правильно викласти відповіді на питання запропонованого варіанту.
3. Глибоке розуміння студентом взаємозв'язку головних понять і положень предмета, розуміння значення цих положень і понять для майбутньої професії.
4. Високий рівень підготовленості студента з питань курсу до подальшої роботи над вдосконаленням рівня своєї професійної кваліфікації.

У відповідях студентів не має бути значних помилок. Відмінно виконана робота демонструє наявність у студента творчих здібностей.

Оцінка «добре» виставляється, коли студент відповів на всі запитання, засвоїв всю навчальну програму курсу. У відповідях, які оцінені на «добре», можлива не більш як одна незначна помилка або виявлено декілька неточностей. Студент спроможний з допомогою літератури ліквідувати всі недоліки у відповідях.

Оцінка «задовільно» виставляється, коли студент дав відповіді на питання всіх завдань, але при цьому можуть проявитися певні прогалини у засвоєнні програми курсу. У відповідях, які оцінені на «задовільно», можуть зустрітися не більше як одна груба помилка або декілька значних та істотних неточностей.

Оцінка «незадовільно» виставляється за відповідь, яка засвідчує про наявність у студента великих та суттєвих прогалин у знаннях основного матеріалу курсу, а у наявних його відповідях є як принципові, так і грубі помилки.

Переведення результатів, отриманих за національною 4-х бальною шкалою у 100-бальну шкалу оцінювання в та шкалу за системою ECTS здійснюється за наступною схемою:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Шкала ЄКТС	Диференційована шкала	Недиференційована шкала	Мін.бал- макс.бал
A	Відмінно	Зараховано	90-100
B	Добре		82-89
C			74-81
D	Задовільно		64-73
E			60-63
Fx	Незадовільно	Не зараховано	35-59
F			0-34

За бажанням студента результуюча підсумкова екзаменаційна оцінка може бути визначена як інтегрована оцінка засвоєння всіх тем дисципліни і кількісно дорівнює середньому арифметичному балів, отриманих за кожний модуль.

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незадовільно» (0-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни і скласти екзамен.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до екзаменаційної відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

СЕМЕСТР 7

Модуль 1

Тема 1. *Класифікація рівнянь в частинних похідних.*

Поняття про диференціальні рівняння у частинних похідних, їх загальні й частинні розв'язки. Практичне застосування методів математичної фізики для опису закономірностей різних фізичних явищ. Загальна характеристика метода математичних моделей, розв'язання фізичних задач.

Тема 2. *Задачі, що приводять до рівнянь у частинних похідних.*

Рівняння коливань струни. Рівняння малих поздовжніх коливань пружного стрижня. Рівняння поперечних коливань мембрани. Рівняння теплопровідності.

Тема 3. *Класифікація та зведення до канонічного виду лінійних рівнянь другого порядку з двома незалежними змінними.*

Зведення до канонічного вигляду рівнянь гіперболічного, параболічного, еліптичного типу. Канонічні форми лінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними зі сталими коефіцієнтами.

Тема 4. *Рівняння гіперболічного типу. Хвильове рівняння та постановки крайових задач. Задача Коші для хвильового рівняння.*

Граничні та початкові умови. Їх фізична інтерпретація. Класифікація крайових задач. Поняття про коректність постановки крайової задачі. Некоректні задачі математичної фізики. Редукція загальної задачі. Метод характеристик. Задача Коші для гіперболічних рівнянь. Формула Д'Аламбера. Формули Пуассона та Кірхгофа. Коректність постановки задачі Коші. Узагальнений розв'язок задачі Коші. Принцип Дюгамеля.

Тема 5. *Метод розділення змінних (метод Фур'є) для гіперболічних рівнянь.*

Перша мішана крайова задача для однорідного хвильового рівняння (вільні коливання струни). Перша мішана крайова задача для неоднорідного хвильового рівняння (вимушені коливання струни). Перша мішана крайова задача для неоднорідного хвильового рівняння з неоднорідними граничними

умовами. Перша мішана крайова задача для однорідного хвильового рівняння в прямокутнику (вільні коливання прямокутної мембрани).

Тема 6. *Спеціальні функції математичної фізики. Позначення та криволінійні координати в математичній фізиці.*

Загальна задача Штурма-Ліувілля. Спеціальні функції математичної фізики. Диференціальні операції в криволінійних координатах. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для першої мішаної крайової задачі для однорідного хвильового рівняння в крузі.

Тема 7. *Рівняння параболічного типу та фізичні задачі, що до них приводять. Метод розділення змінних для параболічних рівнянь.*

Фізичні процеси, які приводять до рівнянь параболічного типу. Принцип максимуму. Граничні та початкові умови. Їх фізична інтерпретація. Перша мішана крайова задача для одновимірного параболічного рівняння. Перша мішана крайова задача для параболічного рівняння в прямокутнику та в крузі.

Тема 8. *Задача Коші для рівнянь параболічного типу. Єдиність та стійкість розв'язків крайових задач для рівнянь параболічного типу.*

Постановка задачі Коші для параболічних рівнянь. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для задачі Коші в одновимірному випадку. Задача Коші в n -вимірному просторі. Єдиність розв'язку задачі Коші. Неперервна залежність розв'язку задачі Коші від початкових умов та інтенсивності внутрішніх джерел тепла.

Модуль 2

Тема 1. *Еліптичні рівняння та фізичні процеси, які до них приводять.*

Фізичні процеси, що приводять до рівнянь еліптичного типу. Постановки крайових задач для еліптичних рівнянь.

Тема 2. *Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.*

Гармонічні функції в обмежених та необмежених областях. Формули Гріна. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.

Тема 3. *Принцип максимуму та коректність крайових задач для рівнянь еліптичного типу.*

Принцип максимуму та його наслідки. Єдиність та неперервна залежність від граничних умов розв'язку задачі Діріхле. Формули Гріна. Єдиність

розв'язку задачі Неймана. Єдиність розв'язку першої мішаної крайової задачі для гіперболічних рівнянь.

Тема 4. *Метод розділення змінних (метод Фур'є) для еліптичних рівнянь.*

Задача Діріхле для рівняння Лапласа в прямокутнику. Задача Діріхле для рівняння Лапласа в крузі. Інтеграл Пуассона.

Тема 5. *Метод функції Гріна.*

Основна інтегральна формула Гріна та основна формула теорії гармонічних функцій. Функція Гріна для оператора Лапласа. Приклади функцій Гріна для деяких областей.

Тема 6. *Елементи теорії інтегральних рівнянь. Класифікація інтегральних рівнянь.*

Класифікація лінійних інтегральних рівнянь. Інтегральні рівняння з виродженими ядрами. Теореми Фредгольма.

Тема 7. *Наближені методи розв'язання інтегральних рівнянь.*

Метод послідовних наближень. Наближені методи розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма другого роду. Інтегральні рівняння Фредгольма першого роду. Деякі методи розв'язання некоректних задач.

Тема 8. *Зведення крайових задач для рівнянь еліптичного типу до розв'язування інтегральних рівнянь.*

Задача Діріхле для рівняння Лапласа. Задача Неймана для рівняння Лапласа. Задача Діріхле для рівняння Пуассона.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
7-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Класифікація рівнянь в частинних похідних.	7	2	1			4
Тема 2. Задачі, що приводять до рівнянь у частинних похідних.	7	2	1			4
Тема 3. Класифікація та зведення до канонічного виду лінійних рівнянь другого порядку з двома незалежними змінними.	10	2	4			4
Тема 4. Рівняння гіперболічного типу. Хвильове рівняння та постановки крайових задач. Задача Коші для хвильового рівняння.	9	2	2			5
Тема 5. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для гіперболічних рівнянь.	9	2	2			5
Тема 6. Спеціальні функції математичної фізики. Позначення та криволінійні координати в математичній фізиці.	8	2	2			4
Тема 7. Рівняння параболічного типу та фізичні задачі, що до них приводять. Метод розділення змінних для параболічних рівнянь.	10	2	2			6
Тема 8. Задача Коші для рівнянь параболічного типу. Єдиність та стійкість розв'язків крайових задач для рівнянь параболічного типу.	12	2	4			6
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	74	18	18			38

Модуль 2						
Тема 1. Еліптичні рівняння та фізичні процеси, які до них приводять.	10	2	2			6
Тема 2. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.	10	2	2			6
Тема 3. Принцип максимуму та коректність крайових задач для рівнянь еліптичного типу.	10	2	2			6
Тема 4. Метод розділення змінних (метод Фур'є) для еліптичних рівнянь.	10	2	4			4
Тема 5. Метод функції Гріна.	8	2	2			4
Тема 6. Елементи теорії інтегральних рівнянь. Класифікація інтегральних рівнянь.	10	2	2			6
Тема 7. Наближені методи розв'язання інтегральних рівнянь.	8	2	2			4
Тема 8. Зведення крайових задач для рівнянь еліптичного типу до розв'язування інтегральних рівнянь.	8	2	2			4
Модульна контрольна робота	2	2				
Разом за модуль	76	18	18			40
Разом за семестр	150	36	36			78
Разом	150	36	36			78

6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація рівнянь в частинних похідних.	1
2	Задачі, що приводять до рівнянь у частинних похідних.	1
3	Класифікація та зведення до канонічного виду лінійних рівнянь другого порядку з двома незалежними змінними.	4
4	Рівняння гіперболічного типу. Хвильове рівняння та постановки крайових задач. Задача Коші для хвильового рівняння.	2
5	Метод розділення змінних (метод Фур'є) для гіперболічних рівнянь.	2
6	Спеціальні функції математичної фізики. Позначення та криволінійні координати в математичній фізиці.	2
7	Рівняння параболічного типу та фізичні задачі, що до них приводять. Метод розділення змінних для параболічних рівнянь.	2
8	Задача Коші для рівнянь параболічного типу. Єдиність та стійкість розв'язків крайових задач для рівнянь параболічного типу.	4
9	Еліптичні рівняння та фізичні процеси, які до них приводять.	2
10	Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.	2
11	Принцип максимуму та коректність крайових задач для рівнянь еліптичного типу.	2
12	Метод розділення змінних (метод Фур'є) для еліптичних рівнянь.	4
13	Метод функції Гріна.	2
14	Елементи теорії інтегральних рівнянь. Класифікація інтегральних рівнянь.	2
15	Наближені методи розв'язання інтегральних рівнянь.	2
16	Зведення крайових задач для рівнянь еліптичного типу до розв'язування інтегральних рівнянь.	2
Разом		36

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Класифікація рівнянь в частинних похідних.	4
2	Задачі, що приводять до рівнянь у частинних похідних.	4
3	Класифікація та зведення до канонічного виду лінійних рівнянь другого порядку з двома незалежними змінними.	4
4	Рівняння гіперболічного типу. Хвильове рівняння та постановки крайових задач. Задача Коші для хвильового рівняння.	5
5	Метод розділення змінних (метод Фур'є) для гіперболічних рівнянь.	5
6	Спеціальні функції математичної фізики. Позначення та криволінійні координати в математичній фізиці.	4
7	Рівняння параболічного типу та фізичні задачі, що до них приводять. Метод розділення змінних для параболічних рівнянь.	6
8	Задача Коші для рівнянь параболічного типу. Єдиність та стійкість розв'язків крайових задач для рівнянь параболічного типу.	6
9	Еліптичні рівняння та фізичні процеси, які до них приводять.	6
10	Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа.	6
11	Принцип максимуму та коректність крайових задач для рівнянь еліптичного типу.	6
12	Метод розділення змінних (метод Фур'є) для еліптичних рівнянь.	4
13	Метод функції Гріна.	4
14	Елементи теорії інтегральних рівнянь. Класифікація інтегральних рівнянь.	6
15	Наближені методи розв'язання інтегральних рівнянь.	4
16	Зведення крайових задач для рівнянь еліптичного типу до розв'язування інтегральних рівнянь.	4
Разом		78

7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби та обладнання: мультимедійний проектор, комп'ютер.

Обладнання: персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети, веб-камери.

Програмне забезпечення: MS Power Point, MS Excel, математичні пакети прикладних програм Mathcad, Matlab.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Карбованець М.І., Лазур В.Ю. Методи математичної фізики: навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 74 с.
2. Дудик М.В., Решітник Ю.В., Декарчук С.О. Математичні методи фізики : навч. посібник. Умань-Бровари : АНФ груп, 2021. 120 с.
3. Вакал Є.С., Ловейкін А.В. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навч. посібник / К.: Видавець Кравченко Я.О., 2020. 188 с.
4. Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Готинчан Т.І., Мельничук Л.М. Рівняння математичної фізики: основні методи, приклади, задачі: навч. посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018.– 212 с.
5. Вакал Є. С., Ловейкін А. В. Методи математичної фізики в прикладах і задачах : навчальний посібник для студентів механіко-математичного факультету – К.: Видавець Кравченко Я.О., 2020. – 188 с.
6. Лешко Р. Я., Білинський І. В. Математичні методи фізики : навч.-метод. посіб. Ч. 1 – Дрогобич : ДДПУ ім. І. Франка, 2022. – 42 с.

Допоміжна література

1. Перестюк М.О., Маринець В. В. Теорія рівнянь математичної фізики. Київ: Либідь, 2006. – 422 с.
2. Курпа Л.В., Лінник Г.Б. Рівняння математичної фізики. Харків: Вид-во «Підручник НТУ «ХП», 2011. – 312 с.
3. Мартинюк П.М. Рівняння математичної фізики. Навч. посібник – Рівне: НУВГП, 2007. – 178 с.
4. Перестюк М.О., Маринець В.В., Рєго В.Л. Збірник задач з математичної фізики. – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2012. – 245 с.
5. Подопрігора Н.В., Трифонова О.М., Садовий М.І. Математичні методи фізики: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.]. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2012. – 300 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Карбованець М.І., Лазур В.Ю. Методи математичної фізики: навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ “Говерла”, 2019. – 74 с.
– Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/45803>