

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
УКРАЇНСЬКО-УГОРСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра фізико-математичних дисциплін**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Українсько-угорського
навчально-наукового інституту

_____ /Шпеник О.О./

« ____ » _____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Рівень вищої освіти	бакалавр
Галузь знань	01 Освіта/Педагогіка
Спеціальність	014 Середня освіта
Предметна спеціальність	014.04 Середня освіта (математика)
Освітня програма	Математика. Інформатика
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	угорська/українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння та їх застосування» для здобувачів вищої освіти галузі знань **01 Освіта/Педагогіка** спеціальності **014 Середня освіта освітньої програми Математика. Інформатика.**

Розробники: Рубіш В.В. – кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри фізико-математичних дисциплін.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри *фізико-математичних дисциплін*

протокол № ____ від « ____ » _____ 2023 р.

Завідувач кафедри _____ Шафраньош М.І.

Схвалено науково-методичною комісією УУННІ

протокол № ____ від « ____ » _____ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії _____ Талабірчук О.Ю.

© Рубіш В.В., 2023 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2023 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 9	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 270	2-й	
Кількість модулів – 4	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,1/3,8 самостійної роботи студента – 4,5/3,8	3-й	4-й
	Лекції:	
	40	30
	Практичні (семінарські):	
	34	30
Вид підсумкового контролю: залік та екзамен	Лабораторні:	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	76	60

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння та їх застосування» є ознайомлення студентів спеціальності 014 Середня освіта освітньої програми «Математика. Інформатика» з основами теорії звичайних диференціальних і інтегральних рівнянь, набуття ними не тільки вмінь складати математичні моделі різних фізичних явищ та процесів на мові диференціальних рівнянь, знаходити їх розв'язки та давати їм фізичну інтерпретацію, а і використовувати набуті вміння про викладанні фізики та інформатики в середній школі.

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

ЗК 3 – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК 7 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК 9 – володіння математичним апаратом фізики у межах, достатніх для вивчення загального курсу фізики та її теоретичних курсів;

ФК 11 – здатність доцільно і критично застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння та їх застосування» є опанування таких навчальних дисциплін освітньої програми:

ОК 5 Математичний аналіз;

ОК 6 Аналітична геометрія і вища алгебра;

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Математика. Інформатика», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів.	РН 14
Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи.	РН 18

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння та їх застосування»:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Аналізує фізичні явища та процеси за допомогою складених на мові диференціальних рівнянь математичних моделей, зокрема, вміє знаходити їх розв'язки та давати їм фізичну інтерпретацію.	РН 14
Здатен визначати типи диференціальних рівнянь, встановлювати зв'язок між типами диференціальних рівнянь і відповідними методами їх інтегрування. Зокрема, володіє методами інтегрування диференціальних рівнянь (рівнянь з відокремлюваними змінними, лінійних однорідних та неоднорідних рівнянь), які можуть використовуватися при викладанні курсу фізики базової середньої школи.	РН 18

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

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

- поточний контроль успішності,
- модульний контроль,
- підсумковий контроль,
- екзамени.

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;
- оцінювання якості та повноти виконання завдань модульної контрольної роботи.

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: залік. До заліку допускаються студенти, які відпрацювали пропущені заняття і виконали модульні контрольні роботи.

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	T9	80	100
2	2	2	3	2	3	2	2	2		

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

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	80	100
2	2	3	2	2	3	2	2	2		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	1	20	1	20
Модульна контрольна робота	1	80	1	80
Разом	2	100	2	100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

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 «Диференціальні рівняння та їх застосування» здійснюється у формі заліку та екзамену.

Залік та 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

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Екзамен та диференційований залік	Залік
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Студент, який отримав за результатами підсумкового контролю оцінку «незараховано» (1-34 балів, F), зобов'язаний пройти повторний курс вивчення дисципліни і скласти залік.

Результати підсумкового контролю знань заносяться до залікової відомості.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1. Поняття про диференціальні рівняння та диференціальні моделі.

Диференціальні рівняння та математичне моделювання. Основні означення й поняття. Складання диференціальних рівнянь виключенням довільних сталих.

Тема 2. Диференціальні рівняння першого порядку, розв'язані відносно похідної.

Основні означення й поняття. Задача Коші. Умови існування та єдиності розв'язку задачі Коші. Класифікація розв'язків. Геометричне та механічне тлумачення диференціального рівняння першого порядку та його розв'язків.

Тема 3. Найпростіші диференціальні рівняння першого порядку, інтегровні в квадратурах.

Рівняння з відокремлюваними змінними та звідні до них. Однорідні рівняння та звідні до них.

Тема 4. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку та звідні до них.

Лінійне рівняння та методи його розв'язування (метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа), метод підстановки (метод Й. Бернуллі)). Властивості розв'язків лінійних рівнянь. Рівняння Бернуллі. Рівняння Ріккати.

Тема 5. Рівняння у повних диференціалах та звідні до них.

Рівняння у повних диференціалах. Інтегровальний множник та деякі способи його знаходження. Теореми про існування та загальний вигляд інтегровального множника.

Тема 6. Неявні диференціальні рівняння першого порядку.

Основні поняття і означення. Задача Коші. Класифікація розв'язків. Рівняння степеня n . Метод введення параметра. Рівняння Лагранжа та рівняння Клеро.

Тема 7. Деякі застосування диференціальних рівнянь першого порядку.

Диференціальні моделі задач механіки, геометрії, біології, економіки та інших наук.

Тема 8. Диференціальні рівняння вищих порядків.

Основні поняття й означення. Задача Коші. Класифікація розв'язків. Рівняння, яке містить тільки незалежну змінну і похідну порядку n .

Тема 9. Диференціальні рівняння вищих порядків, що допускають пониження порядку.

Рівняння, яке не містить шуканої функції та кількох послідовних похідних. Рівняння, яке не містить незалежної змінної. Рівняння, однорідне відносно шуканої функції та її похідних. Рівняння з точними похідними.

Модуль 2

Тема 10. Лінійні однорідні диференціальні рівняння n -го порядку.

Основні поняття та означення. Властивості розв'язків лінійного однорідного рівняння. Лінійно залежні та незалежні функції. Детермінант Вронського. Основна теорема. Формула Остроградського-Ліувілля. Формула Абеля. Фундаментальна система розв'язків.

Тема 11. Лінійні однорідні диференціальні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами.

Основні поняття та означення. Метод Ейлера. Диференціальні рівняння, звідні до лінійних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Рівняння Ейлера.

Тема 12. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння n -го порядку.

Структура загального розв'язку лінійного неоднорідного рівняння. Метод варіації довільних сталих. Метод Коші. Метод невизначених коефіцієнтів.

Тема 13. Лінійні однорідні рівняння другого порядку.

Канонічна форма лінійного однорідного рівняння другого порядку. Побудова загального розв'язку у випадку, якщо відомий один частинний розв'язок. Інтегрування лінійних рівнянь за допомогою степеневих рядів.

Тема 14. Диференціальні моделі коливних процесів.

Рівняння механічних коливань. Якісне дослідження вільних і вимушених коливань.

Тема 15. Системи звичайних диференціальних рівнянь.

Основні означення й поняття. Механічне тлумачення нормальної системи та її розв'язків. Зведення диференціального рівняння n -го порядку до нормальної системи й обернена задача.

Тема 16. Лінійні однорідні системи звичайних диференціальних рівнянь.

Лінійно залежні та лінійно незалежні сукупності функцій. Формула Якобі. Основна теорема. Лінійні однорідні системи зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера. Знаходження експоненти матриці.

Тема 17. Лінійні неоднорідні системи звичайних диференціальних рівнянь.

Структура загального розв'язку лінійної неоднорідної системи. Метод варіації довільних сталих. Метод невизначених коефіцієнтів. Метод інтегровних комбінацій.

Тема 18. Інтегральні рівняння.

Інтегральні рівняння та їх класифікація. Власні значення та власні функції однорідного рівняння Фредгольма 2-го роду. Метод Келлога. Знаходження власних функцій власних значень однорідного рівняння Фредгольма 2-го роду у випадку вироджених ядер. Неоднорідне рівняння Фредгольма 2-го роду. Рівняння Фредгольма 1-го роду. Рівняння Вольтерра 1-го та 2-го роду.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (се- мінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
Модуль 1						
Тема 1. Поняття про диференціальні рівняння та диференціальні моделі.	7	1	2			4
Тема 2. Диференціальні рівняння першого порядку, розв'язані відносно похідної.	5	2	1			2
Тема 3. Найпростіші диференціальні рівняння першого порядку, інтегровні в квадратурах.	5	2	1			2
Тема 4. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку та звідні до них.	6	2	2			2
Тема 5. Рівняння у повних диференціалах та звідні до них.	6	2	2			2
Тема 6. Неявні диференціальні рівняння першого порядку.	6	2	2			2
Тема 7. Деякі застосування диференціальних рівнянь першого порядку.	3	1				2
Тема 8. Диференціальні рівняння вищих порядків.	5	2	1			2
Тема 9. Диференціальні рівняння вищих порядків, що допускають пониження порядку.	4	1	1			2
Модульна контрольна робота	1		1			
Разом за модуль	48	15	13			20
Модуль 2						
Тема 10. Лінійні однорідні диференціальні рівняння n -го порядку.	7	2	1			4
Тема 11. Лінійні однорідні диференціальні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами.	7	2	1			4
Тема 12. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння n -го порядку.	11	1	2			8
Тема 13. Лінійні однорідні рівняння другого порядку.	7	1	2			4
Тема 14. Диференціальні моделі коливних процесів.	7	1	2			4

Тема 15. Системи звичайних диференціальних рівнянь.	6	2	2			2
Тема 16. Лінійні однорідні системи звичайних диференціальних рівнянь.	6	2	2			2
Тема 17. Лінійні неоднорідні системи звичайних диференціальних рівнянь.	8	2	2			4
Тема 18. Інтегральні рівняння.	12	2	2			8
Модульна контрольна робота	1		1			
Разом за модуль	72	15	17			40
Разом за семестр	120	30	30			60

6.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Інтегральні криві. Поле напрямів. Ізокліни. Рівняння з відокремлюваними змінними та звідні до них.	2
2	Однорідні диференціальні рівняння першого порядку та звідні до них.	2
3	Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Метод варіації сталих. Метод підстановки. Рівняння Бернуллі та Ріккати.	2
4	Диференціальні рівняння у повних диференціалах. Умова Ейлера. Інтегрувальний множник та способи його відшукування.	2
5	Рівняння, не розв'язані відносно похідної, особливі розв'язки. Рівняння Лагранжа та Клеро.	2
6	Способи пониження порядку диференціальних рівнянь. Неповні рівняння. Однорідні та квазіоднорідні рівняння вищих порядків. Рівняння з точними похідними.	2
7	Лінійні однорідні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера.	2
8	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами. Метод невизначених коефіцієнтів, метод варіації сталих.	2
9	Диференціальні рівняння, що зводяться до лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами. Рівняння Ейлера.	2
10	Метод зведення системи до рівняння n -го порядку. Інтегрування систем звичайних диференціальних рівнянь методом варіації сталих.	2
11	Лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера. Знаходження матричної експоненти.	2
12	Лінійні неоднорідні системи диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами. Метод невизначених коефіцієнтів, метод варіації сталих.	2
13	Системи в симетричній формі. Метод інтегровних комбінацій.	2
14	Рівняння Фредгольма 1-го та 2-го роду. Рівняння Вольтерра 1-го та 2-го роду.	2
15	Модульні контрольні роботи.	2
Разом		30

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		денна
1	Диференціальне рівняння та його розв'язки. Інтегральні криві. Поле напрямів. Ізокліни.	4
2	Рівняння з відокремлюваними змінними. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку та звідні до них. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Метод варіації сталих. Рівняння Бернуллі, метод підстановки. Рівняння Ріккати та Дарбу.	4
3	Диференціальні рівняння у повних диференціалах. Умова Ейлера. Інтегрувальний множник та способи його відшукування.	4
4	Теорема Пікара про існування та єдиність розв'язку задачі Коші для скалярного диференціального рівняння першого порядку. Теорема про продовжуваність розв'язку. Залежність розв'язку задачі Коші від початкових даних та параметрів.	4
5	Існування розв'язків, особливі розв'язки рівнянь, не розв'язаних відносно похідної. Рівняння Лагранжа та Клеро.	4
6	Рівняння вищих порядків. Теорема існування та єдиності розв'язку задачі Коші для диференціальних рівнянь n -го порядку. Інтегровні типи рівнянь n -го порядку, методи пониження порядку рівнянь.	4
7	Лінійні диференціальні рівняння n -го порядку. Властивості лінійних рівнянь. Лінійна залежність функцій. Детермінант Вронського. Формула Ліувілля – Остроградського, формула Абеля. Фундаментальна система розв'язків. Структура загального розв'язку лінійного однорідного рівняння n -го порядку та лінійного неоднорідного рівняння. Метод варіації сталих.	4
8	Лінійні однорідні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера.	4
9	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння n -го порядку з постійними коефіцієнтами. Метод невизначених коефіцієнтів.	4
10	Диференціальні рівняння, що зводяться до лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами.	4
11	Лінійні однорідні рівняння другого порядку. Інтегрування лінійних рівнянь за допомогою степеневих рядів.	4
12	Основні поняття та означення, теорема існування та єдиності розв'язку системи звичайних диференціальних рівнянь. Лінійні системи диференціальних рівнянь n -го порядку. Лінійна залежність функцій. Детермінант Вронського. Фундаментальна система розв'язків. Загальний розв'язок лінійної однорідної системи.	4
13	Лінійні неоднорідні системи звичайних диференціальних рівнянь. Метод Д'Аламбера.	4
14	Інтегральні рівняння. Знаходження власних функцій власних значень однорідного рівняння Фредгольма 2-го роду у випадку вироджених ядер. Неоднорідне рівняння Фредгольма 2-го роду.	4
15	Рівняння Вольтерра 1-го та 2-го роду.	4
	Разом	60

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

Технічні засоби: Мультимедійний проектор, інтерактивна дошка.

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

Програмне забезпечення: Microsoft Office.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Самойленко А. М., Перестюк М. О., Парасюк І. О. Диференціальні та інтегральні рівняння: Підручник. 3-є видання, перероб. і доповн. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 528 с.
2. Самойленко А. М., Кривошея С. А., Перестюк М. О. Диференціальні рівняння в задачах: Підручник. – К.: Либідь, 2003. – 502 с.
3. Гой Т. П., Махней О. В. Диференціальні рівняння: навчальний посібник. – Івано-Франківськ : Сімик, 2012. – 352 с.
4. Кривошея С. А., Перестюк Н. А., Бурим В. М. Диференціальні та інтегральні рівняння: Підручник. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
5. Перестюк М. О., Свіщук М. Я. Збірник задач з диференціальних рівнянь. – К.: Либідь, 2004. – 208 с.
6. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. – М.: Высшая школа, 1969. – 468 с.
7. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – Ижевск: РХД, 2000. – 176 с.
8. Шкіль М.І., Сотніченко М.А. Звичайні диференціальні рівняння. К.: Вища школа, 1992. – 303 с.
9. Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Наука, 1969. – 424 с.

Допоміжна література

1. Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления. – М.: Лабор. базовых знаний, 2000. – 344 с.
2. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. М.: Высш.шк., 1967.– 564 с.
3. Головатий Ю. Д., Кирилич В. М., Лавренюк С. П. Диференціальні рівняння: навч. посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 407 с.
4. Тріщ Б. М. Практикум з вищої математики. Модуль 8. Диференціальні рівняння: навчальний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 112 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. https://uk.wikipedia.org/wiki/Диференціальні_рівняння
2. <http://difur.in.ua/studentam/lektsii/>
3. <https://yukhym.com/uk/prikladi-diferentsialnikh-rivnyan/diferentsialni-rivnyannya-osnovni-ponyattya.html>

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20___ / 20___ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ___).
(потрібне підкреслити)

протокол № ___ від « ___ » _____ 20 ___ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)