

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра диференціальних рівнянь та математичної фізики**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан математичного факультету
_____ /Маляр М.М./
« ____ » _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

Рівень вищої освіти	перший (бакалавр)
Галузі знань	12 Інформаційні технології
Спеціальності	124 Системний аналіз
Освітні програми	«Системний аналіз»
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння» для здобувачів вищої освіти галузі знань **12 Інформаційні технології** спеціальності **124 Системний аналіз** освітньої програми «Системний аналіз».

Розробник:

Варга Я. В., кан. фіз-мат. наук, доц. кафедри диференціальних рівнянь та математичної фізики

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри *диференціальних рівнянь та математичної фізики*

протокол № __ від «___» _____ 2021 р.

Завідувач кафедри _____ Маринець В.В.

Схвалено науково-методичною комісією математичного факультету

протокол № 8 від «30» серпня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії Мулеса О. Ю.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 180	2-й	–
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5, самостійної роботи студента – 5	3-й	–
	Лекції:	
	44 год.	–
	Практичні (семінарські):	
	46 год.	–
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	–	–
Форма підсумкового контролю: комбінована	Самостійна робота:	
	90 год.	–

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння» є дати студентам знання основ теорії звичайних диференціальних рівнянь, навчити їх складати математичні моделі при дослідженні різних явищ природи, фізичних, соціальних та інших процесів, знаходити розв'язки таких задач, давати їх фізичну інтерпретацію, вміти проводити дослідження реальних процесів на основі вивчення якісних властивостей побудованих математичних моделей.

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

здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (**ЗК01**);

здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (**ЗК02**);

знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (**ЗК04**);

здатність працювати автономно (**ЗК10**);

здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем (**ФК01**);

здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів (**ФК02**);

здатність будувати математично коректні моделі статичних та динамічних процесів і систем із зосередженими та розподіленими параметрами із врахуванням невизначеності зовнішніх та внутрішніх факторів (**ФК03**);

здатність формулювати задачі оптимізації при проектуванні систем управління та прийняття рішень, а саме: математичні моделі, критерії оптимальності, обмеження, цілі управління; обирати раціональні методи та алгоритми розв'язання задач оптимізації та оптимального керування.

(**ФК05**) ;

здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань. (**ФК07**);

здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення. (**ФК08**).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

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

ОК 5 Математичний аналіз

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системний аналіз», вивчення навчальної дисципліни повинне забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Вміти використовувати стандартні схеми для розв'язання комбінаторних та логічних задач, що сформульовані природною мовою, застосовувати класичні алгоритми для перевірки властивостей та класифікації об'єктів, множин, відношень, графів, груп, кілець, решіток, булевих функцій тощо.	ПР02
Знати та вміти застосовувати базові методи якісного аналізу та інтегрування звичайних диференціальних рівнянь і систем, диференціальних рівнянь в частинних похідних, у тому числі рівнянь математичної фізики.	ПР04
Оволодіння належними робочими навичками працювати самостійно (кваліфікаційна робота), або в групі (лабораторні роботи), уміння отримати результат у рамках обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.	ПР18

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

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знання. Запам'ятовування та відтворення базових термінів, принципів і методів теорії звичайних диференціальних рівнянь: основні типи інтегрованих скалярних рівнянь та методи їх інтегрування, методи побудови загального розв'язку звичайних лінійних диференціальних рівнянь та систем, рівнянь із частинними похідними першого порядку.	ПР04
Розуміння. Здатність визначати типи диференціальних рівнянь на підставі відповідних означень, встановлювати зв'язок між типами диференціальних рівнянь і відповідними методами їх інтегрування, подавати словесні формулювання в математичній формі й навпаки, прогнозувати майбутні розв'язки задач	ПР02

на підставі наявних даних.	
Застосування. Уміння: а) використовувати вивчений матеріал для знаходження загальних, частинних та особливих розв'язків скалярних рівнянь першого порядку, пониження порядку рівнянь, побудови розв'язків лінійних рівнянь і систем та рівнянь із частинними похідними першого порядку, дослідження стійкості систем диференціальних рівнянь; б) самостійно розв'язувати задачі теорії звичайних диференціальних рівнянь у рамках обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність.	ПР04 ПР18
Аналіз. Здатність: а) до виділення окремих змістових розділів теорії звичайних диференціальних рівнянь, виявлення взаємозв'язку між ними, осмислення структурних принципів теорії звичайних диференціальних рівнянь; б) бачити помилки й огріхи в логіці міркувань, бачити різницю між теоретичним прогнозом і отриманими на практиці результатами у рамках обмеженого часу.	ПР02 ПР18
Оцінка. Уміння оцінювати значення вивченого матеріалу для розв'язування конкретних задач теорії звичайних диференціальних рівнянь, засновувати свої судження й умовиводи на чітких критеріях, узгоджених із теоретичними висновками.	ПР02
Синтез. Уміння комбінувати базові принципи й методи теорії звичайних диференціальних рівнянь, щоб обрати найдоцільніший шлях інтегрування рівнянь чи розв'язування задач Коші.	ПР18

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:

- індивідуальні завдання;
- письмові самостійні роботи;
- модульні контрольні роботи;
- екзамен.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: перевірка індивідуальних завдань, аудиторні самостійні роботи.

Форми модульного контролю: письмові контрольні роботи.

Форми підсумкового семестрового контролю: екзамен.

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

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Сума
Теми 1-2	Тема 3	Теми 4-5	55	100
15	15	15		

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

Поточне оцінювання та самостійна робота		Модульна контрольна робота	Сума
Теми 1-2	Теми 3-4	60	100
20	20		

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)
Індивідуальні завдання	3	30	2	20
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	3	15	2	20
Модульна контрольна робота	1	55	1	60
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота містить не більше 4 завдань, що відносяться до тем відповідного модуля, серед яких не більше 1 тестового характеру, інші – розрахункові. Завдання підбираються рівними за ступенем важкості й оцінюються однаковою кількістю балів (у випадку 4 завдань – по 15 балів кожне).

Максимальну оцінку з модульної контрольної роботи (60 балів) отримує здобувач, котрий безпомилково виконав до кінця усі без винятку завдання. У випадку наявності допущених помилок або незавершеності виконання завдань ставиться нижча оцінка відповідно до відсотка виконання завдання з урахуванням суттєвості допущених помилок.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

— «**A**» («відмінно»/«зараховано», 90 та вище балів) заслуговує здобувач, котрий виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну та ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— «**B**» («добре»/«зараховано», 82-89 балів) заслуговує здобувач, котрий виявив повне знання програмового матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисципліни і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— «**C**» («добре»/«зараховано», 74-81 бал) заслуговує здобувач, котрий виявив не цілком повне знання програмового матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисципліни, не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— «**D**» («задовільно»/«зараховано», 64-73 бали) заслуговує здобувач, котрий виявив знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка «**D**» виставляється студентам, котрі допустили помилки у відповіді на іспиті та при виконанні екзаменаційних завдань, але володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомоги викладача;

— «**E**» («задовільно»/«зараховано», 60-63 бали) заслуговує здобувач, котрий виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка «**E**» виставляється студентам, котрі допустили грубі помилки у відповіді на іспиті та при виконанні екзаменаційних завдань, але частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомоги викладача;

— «**FX**» («незадовільно»/«незараховано», 35-59 балів) виставляється здобувачеві, котрий виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань;

— «**F**» («незадовільно»/«незараховано», 0-34 балів) виставляється здобувачеві, коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи здобувача протягом семестру.

Екзамен виставляється (без складання) у випадку набору кількості балів, що відповідає мінімальній оцінці «задовільно» (**E**).

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1

Тема 1. Загальні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь.

Тема 2. Рівняння з відокремлюваними змінними та звідні до них.

Тема 3. Інтегровні типи диференціальних рівнянь першого порядку, розв'язаних відносно похідної.

Тема 4. Якісна теорія диференціальних рівнянь вищих порядків.

Тема 5. Інтегровні типи рівнянь n -го порядку.

Модуль 2

Тема 1. Загальна теорія лінійних диференціальних рівнянь n -го порядку.

Тема 2. Лінійні однорідні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами.

Тема 3. Лінійні неоднорідні рівняння n -го порядку та звідні до них.

Тема 4. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку.

Тема 5. Загальна теорія лінійних систем диференціальних рівнянь n -го порядку.

Тема 6. Зв'язок між системою та рівнянням n -го порядку.

Тема 7. Лінійні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.

Тема 8. Експонента матриці.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання: денна					
	Усього	у тому числі				
		лекції	практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
1-й семестр						
Модуль 1						
Тема 1. Загальні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь. Основні поняття та означення теорії диференціальних рівнянь. Задачі практики, які призводять до диференціальних рівнянь, побудова математичних моделей. Диференціальне рівняння першого порядку та його розв'язки.		2				4
Тема 2. Рівняння з відокремлюваними змінними та звідні до них. Рівняння з відокремленими та відокремлюваними змінними. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку та звідні до них.		4	6			12
Тема 3. Інтегровні типи диференціальних рівнянь першого порядку, розв'язаних відносно похідної. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку: метод варіації сталих, метод підстановки. Рівняння Бернуллі та методи його інтегрування. Рівняння, звідні до рівняння Бернуллі. Диференціальні рівняння у повних диференціалах. Умова Ейлера. Інтегровальний множник та способи його відшукання.		8	6			12
Тема 4. Якісна теорія диференціальних рівнянь вищих порядків. Існування та єдиність розв'язку задачі Коші для диференціальних рівнянь n -		2	2			4

го порядку.						
Тема 5. Інтегровні типи рівнянь n-го порядку. Методи пониження порядку рівнянь вищих порядків. Однорідні та квазіоднорідні рівняння n -го порядку.		6	6			12
Модульна контрольна робота			2			
Разом за модуль		22	22			44
Модуль 2						
Тема 1. Загальна теорія лінійних диференціальних рівнянь n-го порядку. Властивості лінійних рівнянь. Лінійна залежність функцій. Детермінант Вронського. Формула Ліувілля – Остроградського. Фундаментальна система частинних розв'язків. Структура загального розв'язку лінійного однорідного та лінійного неоднорідного рівняння n -го порядку. Метод варіації сталих.		4	2			4
Тема 2. Лінійні однорідні рівняння n-го порядку зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера.		2	4			6
Тема 3. Лінійні неоднорідні рівняння n-го порядку зі сталими коефіцієнтами та звідні до них. Метод невизначених коефіцієнтів, метод варіації сталих. Диференціальні рівняння, що зводяться до лінійних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.		2	4			8
Тема 4. Лінійні диференціальні рівняння другого порядку. Формула Абеля. Рівняння механічних коливань.		2	2			6
Тема 5. Загальна теорія лінійних систем диференціальних рівнянь n-го порядку. Основні поняття та означення, існування та єдиність розв'язку системи звичайних диференціальних рівнянь. Детермінант Вронського. Фундаментальна система частинних розв'язків. Загальний розв'язок лінійної однорідної системи.		2				4

Тема 6. Зв'язок між системою та рівнянням n-го порядку. Загальний розв'язок лінійної неоднорідної системи диференціальних рівнянь. Метод зведення системи до рівняння n -го порядку. Метод варіації сталих.		2	2		4
Тема 7. Лінійні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, метод Ейлера. Лінійні неоднорідні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, метод невизначених коефіцієнтів.		6	6		8
Тема 8. Експонента матриці. Знаходження експоненти матриці. Розв'язування систем диференціальних рівнянь за допомогою матричної експоненти.		2	2		6
Модульна контрольна робота			2		
Разом за модуль		22	24		46
Разом за семестр		44	46		90

6.3. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рівняння з відокремлюваними змінними. Задачі практики, що призводять до диференціальних рівнянь.	2
2	Однорідні диференціальні рівняння першого порядку та звідні до них.	4
3	Лінійні диференціальні рівняння першого порядку та звідні до них.	2
4	Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Умова Ейлера.	2
5	Інтегрувальний множник та способи його відшукування.	4
6	Способи пониження порядку диференціальних рівнянь. Неповні рівняння. Автономні рівняння. Однорідні та квазіоднорідні рівняння вищих порядків.	6
7	Лінійні однорідні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера.	4
8	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння n -го поряд-	6

	ку зі сталими коефіцієнтами. Метод невизначених коефіцієнтів, метод варіації сталих.	
9	Диференціальні рівняння, що зводяться до лінійних диференціальних рівнянь із сталими коефіцієнтами.	4
10	Лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Метод зведення системи до рівняння n -го порядку, метод Ейлера.	2
11	Лінійні неоднорідні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Метод невизначених коефіцієнтів, метод варіації сталих.	4
12	Знаходження матричної експоненти. Розв'язування систем диференціальних рівнянь за допомогою матричної експоненти.	2
13	Модульні контрольні роботи	4
Разом		46

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Опрацювання навчального матеріалу лекційних занять	25
2	Виконання індивідуальних завдань	25
3	Підготовка до іспиту	40
Разом		90

6.5. Індивідуальні завдання

Зразок варіанту індивідуального завдання №1 (до модулю 1):

1. Зінтегрувати рівняння, відокремивши змінні: $\sqrt{y^2 + 1}dx = xydy$.
2. Зінтегрувати однорідне рівняння: $xy' - y = x \operatorname{tg}(yx^{-1})$.
3. Зінтегрувати рівняння, звівши його до однорідного:
 $(2x - 4y + 6)dx + (x + y - 3)dy = 0$.
4. Знайти криві, у яких піддотична дорівнює сумі абсциси та ординати точки дотику.

Зразок варіанту індивідуального завдання №2 (до модулю 1):

1. Знайти загальний розв'язок лінійного рівняння: $y' = 2x(x^2 + y)$.
2. Зінтегрувати рівняння Бернуллі: $y' = y^4 \cos x + y \operatorname{tg} x$.
3. Зінтегрувати рівняння, звівши його до лінійного:
 $yx^{-1}dx + (y^3 + \ln x)dy = 0$.
4. Зінтегрувати рівняння в повних диференціалах:
 $(1 + y^2 \sin 2x)dx - 2y \cos^2 x dy = 0$.
5. Знайти інтегрувальний множник та зінтегрувати рівняння:
 $(x^2 + y^2 + x)dx + ydy = 0$.

Зразок варіанту індивідуального завдання №3 (до модулю 1):

1. Зінтегрувати рівняння шляхом пониження порядку:
 а) $yy'' = y'^2 - y'^3$; б) $2xy''' = y''$; в) $xy'' + y' - x^2 - 1 = 0$.
2. Розв'язати задачі Коші:
 а) $y''' = 3yy'$, $y(0) = -2$, $y'(0) = 0$, $y''(0) = 4,5$;
 б) $x^2 y'' - 3xy' = 6x^{-2}y^2 - 4y$, $y(1) = 1$, $y'(1) = 4$.

Зразок варіанту індивідуального завдання №4 (до модулю 2):

1. Розв'язати лінійне однорідне рівняння методом Ейлера:
 $y^{(5)} - 10y''' + 9y' = 0$.
2. Розв'язати лінійне неоднорідне рівняння зі сталими коефіцієнтами методом варіації сталих: $y'' + 4y = \sec(2x)$.
3. Записати вигляд загального розв'язку лінійного неоднорідного рівняння з невизначеними коефіцієнтами (числових значень коефіцієнтів не знаходити): $y''' - 2y'' + 4y' - 8y = e^{2x} \sin(2x) + x^2 e^{2x} + x \cos(2x)$.
4. Знайти розв'язок задачі Коші: $y'' + 2y' + 2y = xe^{-x}$, $y(0) = y'(0) = 0$.
5. Розв'язати рівняння Ейлера: $x^2 y'' - 3xy' + 5y = 10x^3$.

Зразок варіанту індивідуального завдання №5 (до модулю 2):

1. Розв'язати лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь:

$$\text{а) } \begin{cases} \dot{x} = -2x - y, \\ \dot{y} = x - 2y, \\ \dot{z} = x + 3y + z; \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} \dot{x} = 3x - y + z, \\ \dot{y} = x + y + z, \\ \dot{z} = 4x - y + 4z. \end{cases}$$

2. Розв'язати лінійну неоднорідну систему диференціальних рівнянь методом варіації сталих:

$$\begin{cases} \dot{x} = y + \operatorname{tg}^2(t) - 1, \\ \dot{y} = -x + \operatorname{tg}(t). \end{cases}$$

3. Побудувати загальний розв'язок лінійної неоднорідної системи диференціальних рівнянь методом невизначених коефіцієнтів (числових значень

$$\text{коефіцієнтів не знаходити): } \begin{cases} \dot{x} = 2x - y - z + 4e^{-2t} \\ \dot{y} = 2x - y - 2z - 6\cos t + t - 1, \\ \dot{z} = 2z - x + y - 3t^2. \end{cases}$$

4. Знайти експоненту матриці $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -6 & -3 \end{pmatrix}$.

Варіанти індивідуальних завдань подані в навчальних посібниках, вказаних у списку основної літератури: [5] (№1-2), [6] (№3-5)

7. 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. *Кривошея С. А., Перестюк Н. А., Бурим В. М.* Диференціальні та інтегральні рівняння: Підручник. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
4. *Перестюк М. О., Свіщук М. Я.* Збірник задач з диференціальних рівнянь. – К.: Либідь, 2004. – 208 с.
5. *Рего В.Л., Варга Я.В.* Диференціальні рівняння першого порядку та методи їх інтегрування. Частина I: Навч. посіб. – Ужгород: УжНУ, 2021. – 119 с.
6. *Рего В.Л., Варга Я.В.* Диференціальні рівняння вищих порядків. Системи диференціальних рівнянь першого порядку. Частина II: Навч. посіб. – Ужгород: УжНУ, 2021. – 124 с.

7. *Гой Т.П., Казмерчук А.І., Федак І.В.* Звичайні диференціальні рівняння. – Навчально-методичний посібник для студентів математичних та фізичних спеціальностей вищих навчальних закладів, частина 1, Івано-Франківськ, “ЛПК”, 2005. – 120 с.
8. *Филиппов А. Ф.* Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 176 с.

Допоміжна література

1. *Головатий Ю. Д., Кирилич В. М., Лавренюк С. П.* Диференціальні рівняння: навч. посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 407 с.
2. *Замалетдінова Ф. І.* Методи розв’язування диференціальних рівнянь. – Львів. Вид-во Львівського ун-ту, 1961. – 200 с.
3. *Ляшко І. І., Боярчук О. К., Гай Я. Г., Калайда О. Ф.* Диференціальні рівняння. – К.: Вища шк., 1981 – 504 с.
4. *Шкіль М. І., Сотніченко М. А.* Звичайні диференціальні рівняння. – К.: Вища шк., 1992. – 304 с.
5. *Триш 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://dspace.uzhnu.edu.ua> (репозитарій Ужгородського Національного університету)
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/Диференціальні_рівняння
3. <http://difur.in.ua/studentam/lektsii/>

**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)