

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІЗМАЇЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ, АДМІНІСТРУВАННЯ ТА  
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ, ІНФОРМАТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ**

*(назва навчальної дисципліни)*

освітній ступінь бакалавр  
*(назва освітнього ступеня)*

галузь знань 01 Освіта / Педагогіка  
*(шифр і назва галузі знань)*

спеціальність 014 Середня освіта  
*(код і назва спеціальності)*

предметна спеціальність 014.04 Математика  
*(код і назва предметної спеціальності)*

освітня програма Середня освіта: математика  
*(назва освітньої програми)*

тип дисципліни обов'язкова  
*(обов'язкова / вибіркова / факультативна)*

**ПОГОДЖЕНО:**

Гарант освітньо-професійної програми

 Івлієва О.М.  
(підпис, ініціали, прізвище)

**РЕКОМЕНДОВАНО:**

кафедрою математики, інформатики та інформаційної діяльності

протокол № 1 від 30.08.21

Завідувач кафедри  Івлієва О.М.  
(підпис, ініціали, прізвище)

**ПОГОДЖЕНО:**

Голова ради з якості вищої освіти факультету управління, адміністрування та інформаційної діяльності

 Драгієва Л.В.  
(підпис, ініціали, прізвище)

**Розробники програми:**

доц. кафедри математики, інформатики та інформаційної діяльності Воробйов Я.А.

**Рецензенти програми:**

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри технологічної, професійної освіти та загально-технічних дисциплін ІДГУ Федорова Ольга Василівна

## 1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	<i>Денна</i>	<i>Заочна</i>
<i>Кількість кредитів: 4</i>	<i>Лек ції:</i>	
	22	6
<i>Модуль: I</i>	<i>Практичні заняття:</i>	
<i>Загальна кількість годин: 120</i>	24	6
<i>Рік вивчення дисципліни за навчальним планом: 3</i>	<i>Лабораторн і заняття:</i>	
<i>Семестр: 6</i>	<i>Семінарські заняття:</i>	
<i>Тижневе навантаження (год.):</i>	<i>Консультції:</i>	
<i>- аудиторне: 2</i>	2	
<i>- самостійна робота: 4</i>	<i>Індивідуальн і заняття:</i>	
<i>Форма підсумкового контролю: екзамен</i>		
<i>Мова навчання: українська</i>	<i>Самостійн а робота:</i>	
	72	108

## 2. МЕТА ДИСЦИПЛІНИ

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є диференціальні рівняння та методи їх розв'язування. Диференціальні рівняння, або теорія диференціальних рівнянь — розділ математики, який розглядає теорію та способи розв'язування диференціальних рівнянь

**Метою** вивчення дисципліни є: вивчення студентами основних положень та відомостей про роль і місце педагогічної науки у розвитку суспільства, про закономірності розвитку педагогічної науки, про організацію та шляхи забезпечення наукових досліджень в системі освіти, зокрема в роботі математичних наук.

**Міждисциплінарні зв'язки:** При вивченні дисципліни використовуються знання та вміння наступних дисциплін: математичний аналіз, лінійна алгебра, аналітична геометрія. Знання та вміння, що отримані при вивченні дисципліни «Диференціальні рівняння» будуть корисними при вивченні таких дисциплін як математичне моделювання, теорія керування, методи оптимізації.

## 3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей та програмних результатів навчання відповідно до освітньо-професійної програми «Середня освіта: математика».

### Інформація про компетентності та відповідні їм програмні результати навчання за дисципліною

Шифр компетентності	Назва компетентності	Шифр програмних результатів	Програмні результати навчання
<b>Загальні компетентності (ЗК)</b>			
ЗК 1.	Знання та предметної розуміння області та професійної діяльності.	ПРН 1.	Демонструє знання з теоретичної та прикладної математики та методики її навчання.
ЗК 2.	Здатність в застосовувати знання практичних ситуаціях	ПРН 1.  ПРН 6.  ПРН 9.	Демонструє знання з теоретичної та прикладної математики та методики її навчання.  Володіє методологією наукового пізнання та формування інформаційної картини світу, розуміє закони, методи та методики проведення фундаментальних і прикладних досліджень.  Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.

ЗК 3.	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	ПРН 9.  ПРН 15	Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.  Демонструє здатність до розв'язування професійних задач в області математики
Спеціальні компетенції (СК)			
СК 6.	Здатність використовувати системні знання з математики, педагогіки, методики навчання	ПРН 9.	Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування
	математики, історії їх виникнення та розвитку.	ПРН 15.	задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.  Демонструє здатність до розв'язування професійних задач в області математики
СК 7.	Здатність ефективно застосувати ґрунтовні знання змісту шкільної математики.	ПРН 5.	Демонструє знання та розуміння методів навчання математики і забезпечує їх використання у освітньому процесі.
СК 8.	Здатність аналізувати математичну задачу, розглядати різні способи її розв'язування.	ПРН 9.  ПРН 15.	Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.  Демонструє здатність до розв'язування професійних задач в області математики

СК 9.	Здатність формувати в учнів переконання в необхідності обґрунтування гіпотез, розуміння математичного доведення.	ПРН 8.  ПРН 9.  ПРН 15.	Використовує різноманітні ресурси для пошуку потрібної інформації, критично аналізує й опрацьовує інформацію з метою використання її у навчальній і професійній діяльності із дотриманням принципів доброчесності та визнанням авторських прав.  Перетворює словесний матеріал у математичні моделі, створює математичні моделі об'єктів та процесів для розв'язування задач із різних предметних галузей засобами інформаційних технологій і програмування.  Демонструє здатність до розв'язування професійних задач в області математики
СК 1.	Здатність формувати в учнів предметні компетентності.	ПРН 1.  ПРН 5.	Демонструє знання з та теоретичної прикладної та математики методики її навчання.  Демонструє знання та
			розуміння методів навчання математики і забезпечує їх використання у освітньому процесі.

**Матриця відповідності компетентностей результатам навчання за дисципліною «Вступ до спеціальності з основами наукових досліджень»**

Шифр компетентності	Результати навчання			
	Знання	Уміння/навички	Комунікація	Відповідальність і автономія
ЗК 1.	ПРН 1			
ЗК 2.	ПРН 1	ПРН 6, ПРН 9		
ЗК 3.		ПРН 9	ПРН 15	
СК 1.	ПРН 1, ПРН 5	ПРН 8.		
СК 6.		ПРН 9	ПРН 15	
СК 7.	ПРН 5			
СК 8.		ПРН 9	ПРН 15	

СК 9.		ПРН 8., ПРН 9	ПРН 15	
-------	--	---------------	--------	--

#### 4. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назви модулів / тем	Кількість годин (денна форма навчання)							Кількість годин (заочна форма навчання)						
		Аудиторні	Лекції	Семинарські практичні	Лабораторні	Консультації	Індивідуальні заняття	Самостійна робота	Аудиторні	Лекції	Семинарські практичні	Лабораторні	Консультації	Індивідуальні заняття	Самостійна робота
1.	Звичайні диференціальні рівняння першого порядку, розв'язані відносно похідної.	4	2	2	-	-	-	6	2	1	1	-	-	-	8
2.	Диференціальні рівняння з відокремленими змінними.	3	1	2	-	-	-	6	2	1	1	-	-	-	10
3.	Однорідні диференціальні рівняння першого порядку	4	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	10
4.	Лінійні рівняння першого порядку.	4	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	8
5.	Рівняння у повних диференціалах.	4	2	2	-	-	-	6	2	1	1	-	-	-	8
6.	Звичайні диференціальні рівняння першого порядку не розв'язані відносно похідної.	4	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	8
7.	Загальний метод введення параметру для рівнянь першого порядку.	4	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	10
8.	Особові точки та особові рішення рівняння першого порядку.	3	1	2	-	-	-	6	2	1	1	-	-	-	10

9.	Теорема існування та єдності розв'язку диференціального рівняння першого порядку.	4	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	10
10.	Звичайні диференціальні рівняння вищих порядків.	4	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	8
11.	Однорідні диференціальні рівняння вищих порядків.	4	2	2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	8
12.	Лінійні диференціальні рівняння $n$ -го порядку.	4	2	2	-	-	-	5	2	1	1	-	-	-	9
<b>Проміжний контроль</b>		2	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<b>Разом:</b>		48	22	24	-	2	-	72	12	6	6	-	-	-	108

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1. Зміст навчальної дисципліни за темами

*Тема 1. Звичайні диференціальні рівняння першого порядку, розв'язані відносно похідної.* Задачі, що приводять до диференціальних рівнянь першого порядку. Основні поняття та означення. Загальний розв'язок рівняння. Частинний розв'язок. Загальний інтеграл. Інтегральні криві. Постановка задачі Коші та її геометрична інтерпретація. Метод ізоклін для випадку рівнянь першого порядку.

*Тема 2. Диференціальні рівняння з відокремленими змінними.* Основні види диференціальних рівнянь першого порядку з відокремленими змінними, методи їх розв'язування. Диференціальні рівняння першого порядку, що зводяться до рівнянь з відокремленими змінними, методи їх розв'язування.

*Тема 3. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку.* Однорідні функції. Однорідні рівняння першого порядку, загальний вигляд та методи розв'язування. Диференціальні рівняння першого порядку, що зводяться до однорідних, методи їх розв'язування. Узагальнено – однорідні рівняння першого порядку.

*Тема 4. Лінійні рівняння першого порядку.* Лінійні диференціальні рівняння першого порядку, основні означення. Методи розв'язування: метод варіації довільної сталої (метод Лагранжа), метод довільних функцій (метод Бернуллі). Властивості розв'язку лінійних диференціальних рівнянь. Рівняння, що зводяться до лінійних. Рівняння Бернуллі та методи їх розв'язування.

*Тема 5. Рівняння у повних диференціалах.* Диференціальні рівняння у повних диференціалах, загальний вигляд, методи розв'язування. Ознака рівняння у повних диференціалах. Поняття інтегруючого множника. Частинні випадки застосування інтегруючого множника.



*Тема 6. Звичайні диференціальні рівняння першого порядку не розв'язані відносно похідної.* Основні поняття та означення. Загальний розв'язок, параметрична форма розв'язку рівняння, частинний розв'язок, особовий розв'язок, інтегральна крива. Постановка задачі Коші. Геометрична інтерпретація. Диференціальні рівняння першого порядку, що містять тільки похідну. Диференціальні рівняння першого порядку, що не містять явно незалежну змінну або шукану функцію.

*Тема 7. Загальний метод введення параметру для рівнянь першого порядку.* Загальний метод введення параметру. Рівняння Лагранжа і Клеро. Загальний вигляд рівняння, методи їх розв'язування.

*Тема 8. Особові точки та особові рішення рівняння першого порядку.* Поняття ізольованої особової точки. Характеристики вузла, фокуса, центра. Поняття особового рішення та методи його знаходження.

*Тема 9. Теорема існування та єдності розв'язку диференціального рівняння першого порядку.* Доведення теореми існування та єдності розв'язку диференціального рівняння першого порядку. (Побудова послідовності наближень, доведення збіжності отриманої послідовності, доведення існування єдиного розв'язку рівняння).

*Тема 10. Звичайні диференціальні рівняння вищих порядків.* Основні означення та поняття. Постановка задачі Коші для диференціального рівняння  $n$  – го порядку. Геометрична інтерпретація. Звичайні диференціальні рівняння вищих порядків, що допускають зниження порядку. Диференціальні рівняння  $n$  – го порядку, які не містять явно невідомої функції або незалежної змінної.

*Тема 11. Однорідні диференціальні рівняння вищих порядків.* Диференціальні рівняння  $n$  – го порядку, однорідні відносно невідомої функції та похідних. Узагальнено – однорідні диференціальні рівняння  $n$  – го порядку.

*Тема 12. Лінійні диференціальні рівняння  $n$  – го порядку.* Означення лінійного однорідного та неоднорідного рівняння. Поняття лінійного диференціального оператора та його властивості. Властивості розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння  $n$  – го порядку. Поняття лінійної залежності та незалежності функцій на відріжку. Визначник Вронського. Необхідна та достатня умови лінійної залежності  $n$  – розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння. Лінійні однорідні диференціальні рівняння  $n$  – го порядку з постійними коефіцієнтами.

## **5.2. Тематика практичних занять.**

1. Диференціальні рівняння першого порядку з відокремлюваними змінними
2. Однорідні диференціальні рівняння першого порядку
3. Диференціальні рівняння, що приводяться до однорідних диференціальних рівнянь першого порядку
4. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку
5. Диференціальні рівняння, що зводяться до лінійних Рівняння Бернуллі.
6. Рівняння в повних диференціалах
7. Інтегруючий множник у рівняннях у повних диференціалах

8. Диференціальні рівняння першого порядку не розв'язані відносно похідної
9. Рівняння Лагранжа і Клеро
10. Метод введення параметру у диференціальних рівняннях першого порядку
11. Особові точки диференціальних рівнянь першого порядку
12. Застосування диференціальних рівнянь першого порядку до

розв'язування задач різних галузей науки

13. Звичайні диференціальні рівняння, що допускають зниження порядку.
14. Однорідні диференціальні рівняння  $n$  – го порядку. Лінійні однорідні диференціального рівняння  $n$  – го порядку з постійними коефіцієнтами.

### 5.3. Організація самостійної роботи студентів

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		Форми звітності
		денна	заочна	
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	7	2	конспекти лекційних тем
2.	Підготовка до практичних занять	12	3	усні відповіді та виконання практичних завдань
3.	Підготовка до модульного (проміжного) контролю	4	4	модульна контрольна робота
4.	Опрацювання тем, винесених на самостійну підготовку, в т.ч. конспектування за заданим планом	12	30	конспекти, робота на практичних заняттях, виконання завдань
5.	Робота з інтернет-ресурсами	3	26	індивідуальні завдання, підготовка до МКР, практичних занять, опрацювання нормативних документів
6.	Підготовка і написання рефератів	10	10	Реферат
7.	Виконання вправ	3	3	Вправи
8.	Підготовка до підсумкового контролю	21	30	екзамен
	<b>Разом</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	

### Тематика індивідуальних завдань

#### Тематика рефератів

1. Однорідні рівняння першого порядку в полярних координатах.
2. Рівняння першого порядку, які зводяться до однорідних.
3. Існування розв'язків диференціального рівняння першого порядку (теорема Арцела і Пеано).
4. Існування і єдиність розв'язків диференціальних рівнянь першого порядку (теорема Осгуда).
5. Диференціальні рівняння першого порядку, які зводяться до лінійних.
6. Інтегруючий множник. Загальна теорія і знаходження інтегруючого множника в окремих випадках.

7. Теорема Коші про неперервну залежність розв'язків диференціального рівняння від параметрів і початкових даних.
8. Теорема Банаха, існування і єдиність розв'язку диференціального рівняння першого порядку.
9. Нерівність Гронуолла і її застосування.
10. Класифікація Пуанкаре особливих точок диференціальних рівнянь з однорідною дробово-лінійною частиною.
11. Рівняння Ріккати.
12. Рівняння Якобі.
13. Особливі розв'язки диференціальних рівнянь першого порядку.
14. Задачі на евольвенти.
15. Диференціальні рівняння в задачах геометрії.
16. Диференціальні рівняння в задачах фізики.
17. Історія виникнення і розвитку диференціальних рівнянь першого порядку.
18. Диференціальні рівняння першого порядку, не розв'язані відносно похідної.
19. Типові диференціальні моделі задач на знаходження плоских кривих у полярній системі координат.
20. Схема дослідження функцій, заданих диференціальним рівнянням першого порядку.
21. Моделювання властивостей функцій диференціальними рівняннями.

## **6. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ**

- 6.1. *Форми поточного контролю:* практичні заняття, індивідуальні завдання.
- 6.2. *Форми проміжного контролю:* модульна контрольна робота.
- 6.3. *Форми підсумкового контролю:* іспит.

## **7. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Оцінка якості засвоєння навчальної дисципліни «Диференціальні рівняння» включає поточне усне опитування за теоретичним матеріалом, перевірку поточних домашніх завдань, модульний контроль та проведення підсумкового тестування. Для модульного контролю засвоєння студентами навчального матеріалу, передбачено проведення модульного тестування. Для атестації студентів на відповідність їхніх знань вимогам, викладеним в цій навчальній програмі, створено пакети підсумкових тестів до кожного змістового модуля та тестові завдання для підсумкового тестування. Вони забезпечують об'єктивну оцінку знань, умінь та рівнів набутих компетенцій.

## **8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

### **8.1. Шкала та схема формування підсумкової оцінки**

Переведення підсумкового балу за 100-бальною шкалою оцінювання в оцінку за традиційною шкалою

<b>Сума балів</b>	<b>Оцінка за національною шкалою</b>
<b>90-100</b>	<i>відмінно</i>
<b>70-89</b>	<i>добре</i>
<b>51-69</b>	<i>задовільно</i>
<b>1-50</b>	<i>незадовільно</i>

### Схема розподілу балів

<b>Максимальна кількість балів</b>	<b>40 балів</b> (поточний контроль) – середньозважений бал оцінок за відповіді на семінарських заняттях та виконання індивідуальних завдань, який переводиться у 100-бальну шкалу з ваговим коефіцієнтом 0,4	<b>10 балів</b> (проміжний контроль) – за результатами виконання модульної контрольної роботи	<b>50 балів</b> (підсумковий контроль) – за результатами відповідей на екзамені
<b>Мінімальний пороговий рівень</b>	<b>20 балів</b> (поточний контроль)	<b>6 балів</b> (проміжний контроль)	<b>25 балів</b> (підсумковий контроль)

### 8.2. Критерії оцінювання під час аудиторних занять

<b>Оцінка</b>	<b>Критерії оцінювання навчальних досягнень</b>
<b>5 балів</b>	Оцінюється робота студента, який у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу, вільно послуговується науковою термінологією, розв'язує задачі стандартним або оригінальним способом, наводить аргументи на підтвердження власних думок, здійснює аналіз та робить висновки.
<b>4 бали</b>	Оцінюється робота студента, який достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст теоретичних запитань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу, розв'язує задачі стандартним способом, послуговується науковою термінологією. Але при висвітленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі неістотні неточності та незначні помилки.
<b>3 бали</b>	Оцінюється робота студента, який відтворює значну частину навчального матеріалу, висвітлює його основний зміст, виявляє елементарні знання окремих положень, записує основні формули, рівняння, закони. Не здатний до глибокого, всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, не користується необхідною літературою, допускає істотні неточності та помилки.

<b>2 бали</b>	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом у достатньому обсязі, проте фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає окремі питання навчальної дисципліни, не розкриває зміст теоретичних питань і практичних завдань.
<b>1 бал</b>	Оцінюється робота студента, який не в змозі викласти зміст більшості питань теми та курсу, володіє навчальним матеріалом на рівні розпізнавання явищ, допускає істотні помилки, відповідає на запитання, що потребують однослівної відповіді.
<b>0 балів</b>	Оцінюється робота студента, який не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його висвітлити, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

### 8.3. Критерії оцінювання індивідуальних завдань

Вид	Максимальна кількість балів
Реферат	5
Виконання вправ	5

### 8.4. Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Кількість балів за правильну відповідь на 1 питання - 1 б. Загальна кількість – 30 балів. Критеріями оцінювання є: повнота відповіді, здатність критичного аналізу теоретичного матеріалу, вміння наводити аргументи та робити висновки.

### 8.5. Критерії оцінювання під час підсумкового контролю

Підсумковий контроль здійснюється відповідно до Положення ІДГУ «Про порядок оцінювання рівня навчальних досягнень здобувачів вищої освіти в умовах ЄКТС».

## **9. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Технічні засоби для демонстрування презентацій (проектор), комп'ютер (ноутбук) для використання нормативної електронної бази.

## **10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

10.1. Основні джерела 1. Лавренюк С.П. Курс диференціальних рівнянь. Львів: Вид. техн. літ-ри, 1997. – 216 с.

2. Ляшко І.І., Боярчук О.К., Гай Л.Г., Калайда О.Ф. Диференціальні рівняння. К.: Вища школа, 1981. – 240 с.

3. Призва Г.Й. Диференціальні рівняння та їх застосування. – К.: В.Школа, 1992. – 96 с. 4. Самойленко А.М. Диференціальні рівняння у прикладах. – К.: Либідь, 2003. – 504 с.

5. Андросук Л.В., Ковтун О.І. Вища математика. Навчальний посібник Модуль 7. «Ряди. Диференціальні рівняння». – К.: НАУ, 2005. – 104 с.

6. Кулініч Г.Л., Таран С.Ю. Вища математика. Книга 2. - К.: Либідь, 2003. – 368 с.
  7. Каленюк П.І., Скоробагатько В.Я. Якісні методи теорії диференціальних рівнянь. К.: Наукова думка, 1977. – 123 с.
  8. Головач Г.П., Калайда О.Ф. Збірник задач з диференціальних та інтегральних рівнянь. - К.: Техніка, 1997. – 286 с.
  9. Тевяшев А.Д. Вища математика у прикладах і задачах. Частина III. Диференціальні рівняння. Ряди. Функції комплексної змінної. – К.: Кондор, 2006. – 243 с.
  10. Тихонов А.Н. Дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1985. – 231 с.
  11. Эрроусмиг Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. - М.: Мир, 1986. – 243 с.
  12. Йосс Ж., Джозеф Д. Элементарная теория устойчивости и бифуркаций. – М.: Мир, 1983. – 300 с.
  13. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – 127 с.
- Допоміжні джерела*
1. Альсевич Л.А., Черенкова Л.П. Практикум по дифференциальным уравнениям. Учебное пособие. – Минск, В. Школа, 1990. – 318 с.
  2. Краснов М.Л. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: В.школа, 1983. – 128 с.
  3. Петровский Л.С. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. - М., Наука, 1970 г.
  17. Понтрягин Л.С. Обыкновенный дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1982. – 331 с.
  4. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Мир, 1970 г.