

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ І МЕХАНІКИ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан математичного  
факультету

\_\_\_\_\_ Гоменюк С.І.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ ТА ІНТЕГРАЛЬНІ РІВНЯННЯ»**

Напрямок підготовки 6.040204 – «Прикладна фізика»  
6.040203 – «Фізика»

Фізичний факультет

Робоча програма «Диференціальні та інтегральні рівняння» для студентів за напрямом підготовки 6.040204 – «Прикладна фізика», 2020 року, 14 с.

Розробники: д.т.н., професор кафедри прикладної математики та механіки В.З. Грищак;

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри прикладної математики і механіки

Протокол від \_\_\_\_\_ 2020 року №1.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ В.З. Грищак

\_\_\_\_\_ 2020 року

Схвалено науково-методичною математичного факультету

Протокол від \_\_\_\_\_ 2020 року №1

Голова \_\_\_\_\_ О.С. Пшенична

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,8	Галузь знань: 0402 – «Фізико-математичні науки»	Нормативна	
	Напрямок підготовки: 6.040204 – «Прикладна фізика»		
Модулів – 2		<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		2-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>Комплексне практичне завдання</u>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 135		3-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента - 4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<b>Лекції</b>	
		34 год.	
		<b>Практичні</b>	
		34 год.	
		<b>Самостійна робота</b>	
		34 год.	
<b>Індивідуальна робота:</b> 33 год.			
<b>Вид контролю: іспит</b>			

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 1,015 (1:0,985)

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу є надання систематичних знань студентам на пряму підготовки «Прикладна фізика» про основні аналітичні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь із змінними, що поділяються, однорідних, лінійних диференціальних рівнянь, рівняння Бернуллі, рівнянь у повних диференціалах, не розв'язаних відносно похідної, деяких типів рівнянь, що допускають зниження порядку, лінійних неоднорідних рівнянь із сталими коефіцієнтами, систем диференціальних рівнянь, а також дати знання про основні методи інтегрування інтегральних рівнянь Вольтера та Фредгольма першого та другого роду.

### Завдання курсу:

1. Ознайомити студентів з методами побудови математичних моделей на основі теорії диференціальних рівнянь.
2. Навчити розв'язувати диференціальні рівняння із змінними, що поділяються, однорідні, лінійні диференціальні рівняння, рівняння Бернуллі, рівняння у повних диференціалах, не розв'язані відносно похідної.
3. Ознайомити з методами отримання точних розв'язків деяких типів рівнянь, що допускають зниження порядку.
4. Навчити розв'язувати лінійні неоднорідні рівняння із сталими коефіцієнтами, а також системи диференціальних рівнянь.
5. Ознайомити студентів з основними методами інтегрування інтегральних рівнянь Вольтера та Фредгольма першого та другого роду.

### У результаті вивчення дисципліни студент повинен

#### знати:

1. Методи побудови математичних моделей на основі теорії диференціальних рівнянь.
2. Теорію диференціальних рівнянь першого порядку.
3. Методи отримання точних розв'язків деяких типів рівнянь, що допускають зниження порядку.
4. Теорію лінійних неоднорідних рівнянь із сталими коефіцієнтами.
5. Методи розв'язання систем диференціальних рівнянь.
6. Методи інтегрування інтегральних рівнянь Вольтера та Фредгольма першого та другого роду.

#### вміти:

1. Розв'язувати диференціальні рівняння із змінними, що поділяються, однорідні, лінійні диференціальні рівняння, рівняння Бернуллі, рівняння у повних диференціалах, не розв'язані відносно похідної.
2. Отримувати точні розв'язки деяких типів рівнянь, що допускають зниження порядку.

3. Розв'язувати лінійні неоднорідні рівняння із сталими коефіцієнтами, а також системи диференціальних рівнянь.
4. Розв'язувати інтегральні рівняння Вольтера та Фредгольма, отримувати умови існування розв'язків.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1.** Диференціальні рівняння першого порядку

**Тема 1.** Вступ. Основні поняття та визначення. Фізичні задачі, що зводяться до розв'язку диференціальних рівнянь.

**Тема 2.** Рівняння із змінними, що поділяються і зведені до них.

**Тема 3.** Однорідні диференціальні рівняння першого порядку та рівняння, що зводяться до них.

**Тема 4.** Лінійні диференціальні рівняння. Методи інтегрування. Рівняння Бернуллі та Ріккаті.

**Тема 5.** Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Особливі розв'язки.

**Тема 6.** Диференціальні рівняння першого порядку не розв'язанні відносно похідної. Теорема про існування і єдиність розв'язків диференціального рівняння першого порядку.

**Змістовий модуль 2.** Диференціальні рівняння вищого порядку. Інтегральні рівняння.

**Тема 1.** Рівняння, що дозволяють зниження порядку.

**Тема 2.** Лінійні диференціальні рівняння  $n$ -го порядку. Рівняння Ейлера.

**Тема 3.** Системи диференціальних рівнянь.

**Тема 4.** Інтегральні рівняння Вольтера першого та другого роду. Зв'язок з диференціальними рівняннями.

**Тема 5.** Інтегральні рівняння Фредгольма першого та другого роду. Умови існування розв'язків рівняння.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	ла б	ін д	с.р .		л	п	ла б	ін д	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Змістовий модуль 1. Диференціальні рівняння першого порядку.</b>												
Тема 1. Вступ. Основні поняття та визначення. Фізичні задачі, що зводяться до диференціальних рівнянь.	5	1	0		2	2						
Тема 2. Рівняння із змінними, що поділяються і зведені до них.	10	3	3		2	2						
Тема 3. Однорідні диференціальні рівняння та рівняння, що зводяться до них.	10	3	3		2	2						
Тема 4. Лінійні диференціальні рівняння. Методи інтегрування. Рівняння Бернуллі та Ріккаті.	10	3	3		2	2						
Тема 5. Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Особливі розв'язки.	10	3	3		2	2						
Тема 6. Диференціальні рівняння першого порядку не розв'язані відносно похідної. Теореми про існування і унікальність розв'язків диференціального рівняння першого порядку.	11	3	4		2	2						

Разом за змістовим модулем 1	56	1 6	1 6		12	12						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0	11	12	13
<b>Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння вищого порядку. Інтегральні рівняння.</b>												
Тема 7. Рівняння, що дозволяють зниження порядку.	10	2	2		4	2						
Тема 8. Лінійні диференціальні рівняння n-го порядку. Рівняння Ейлера.	15	4	2		4	5						
Тема 9. Системи диференціальних рівнянь.	17	4	4		4	5						
Тема 10. Інтегральні рівняння Вольтера першого та другого роду. Зв'язок з диференціальними рівняннями.	17	4	4		4	5						
Тема 11. Інтегральні рівняння та Фредгольма першого та другого роду. Умови існування розв'язків рівняння.	20	4	6		5	5						
Разом за змістовим модулем 2	79	1 8	1 8		21	22						
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>3 4</b>	<b>3 4</b>		<b>33</b>	<b>34</b>						

### 5. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

1	2	3
1	Вступ. Основні поняття та визначення. Фізичні задачі, що зводяться до розв'язку диференціальних рівнянь.	1
2	Рівняння із змінними, що поділяються і зведені до них.	3
3	Однорідні диференціальні рівняння першого порядку та рівняння, що зводяться до них.	3
4	Лінійні диференціальні рівняння. Методи інтегрування. Рівняння Бернуллі та Ріккаті.	3
1	2	3
5	Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Особливі розв'язки.	3
6	Диференціальні рівняння першого порядку не розв'язанні відносно похідної. Теореми про існування і єдиність розв'язків диференціального рівняння першого порядку.	3
7	Рівняння, що дозволяють зниження порядку.	2
8	Лінійні диференціальні рівняння n-го порядку. Рівняння Ейлера.	4
9	Системи диференціальних рівнянь.	4
10	Інтегральні рівняння Вольтера першого та другого роду. Зв'язок з диференціальними рівняннями.	4
11	Інтегральні рівняння Фредгольма першого та другого роду. Умови існування розв'язків рівняння.	4
	Усього	34

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ. Основні поняття та визначення. Рівняння із змінними, що поділяються і зведені до них.	3
2	Однорідні диференціальні рівняння першого порядку та рівняння, що зводяться до них.	3
3	Лінійні диференціальні рівняння. Методи інтегрування. Рівняння Бернуллі та Ріккаті.	3
4	Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Особливі розв'язки.	3
5	Диференціальні рівняння першого порядку не розв'язанні відносно похідної. Теореми про існування і єдиність розв'язків диференціального рівняння першого порядку.	4
6	Рівняння, що дозволяють зниження порядку.	2
7	Лінійні диференціальні рівняння n-го порядку. Рівняння Ейлера.	2
8	Системи диференціальних рівнянь.	4

9	Інтегральні рівняння Вольтера першого та другого роду. Зв'язок з диференціальними рівняннями.	4
10	Інтегральні рівняння Фредгольма першого та другого роду. Умови існування розв'язків рівняння.	6
	Усього	34

## 7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теорема про існування і єдиність розв'язків диференціального рівняння першого порядку.	12
2	Інтегральні рівняння Вольтера першого та другого роду	10
3	Інтегральні рівняння Фредгольма першого та другого роду	12
	Усього	34

## 8. Індивідуальні завдання

Комплексне практичне завдання

1. Інтегральні рівняння Вольтера першого та другого роду.
2. Інтегральні рівняння Фредгольма першого та другого роду.

## 9. Методи навчання

За джерелами знань використовуються такі методи навчання: словесні – розповідь, пояснення, лекція; наочні – демонстрація, ілюстрація; практичні – індивідуальні завдання, самостійна робота, лабораторні роботи.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

## 10. Методи контролю

При викладанні курсу «Методи математичної фізики» застосовуються такі методи контролю:

- поточний контроль;
- модульний контроль;



- індивідуальна робота;
- іспит.

За кожний вид поточного та модульного контролю студент отримує бальні оцінки, які сумуються в межах модулю і виступатимуть надалі складовою загальної бальної оцінки за всі модулі дисципліни.

1. *Поточний контроль* полягає у перевірці теоретичного матеріалу, викладеного на лекціях та вивченого студентами самостійно, шляхом усного опитування. Також до поточного контролю відноситься перевірка практичних завдань, що виконуються у відповідні аудиторні часи та у години самостійної роботи. Максимальна кількість балів за 1 модуль при поточному контролі – 6.

Зазначена поточна робота студента комплексно оцінюється викладачем, враховуючи такі *критерії*:

- правильність одержаних відповідей;
- суттєве, стисле, доцільне розкриття теоретичного аспекту завдання;
- застосування раціонального методу розв'язання задач;
- логічна єдність розв'язання;
- повнота відповіді;
- наявність висновків та ілюстративних прикладів тощо.

Крім цього за відвідування лекційних занять нараховується *0,25 бали* за кожну пару. Таким чином, максимально можлива сумарна кількість балів за цим видом контролю у рамках 1 модуля складає 10 балів.

2. *Модульний контроль*. Проводиться у вигляді письмової контрольної роботи, що містить як теоретичний так і практичний матеріал, і оцінюється в *балах* (максимальна кількість балів за 1 модуль – 20).

*Максимально можлива бальна оцінка*, яку може набрати студент за два модулі дисципліни, дорівнює *60 балам*, а за окремий модуль, відповідно, по 30 балів.

3. *Індивідуальна робота*. Складається з 2 розрахункових завдань (максимальна кількість балів за 1 завдання – 10). Результат виконання і захисту студентом кожного такого завдання оцінюється окремо за такою шкалою (максимальна кількість балів за всю індивідуальну роботу – 20):

– *5 балів*: завдання повністю виконане без помилок; відповідає виявленню студентом всебічного системного і глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним основної і додаткової літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;

– *4 балів*: завдання повністю виконане без суттєвих помилок; відповідає виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню

використовувати їх для вирішення типових ситуацій, припускаючи окремих незначних помилок;

– 3 балів: більше 30% всього розрахункового матеріалу виконано не вірно; відповідає виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

Індивідуальне розрахункове завдання *зараховується* студентові, якщо він отримав не менше 3 балів. В іншому разі, студенту повертається робота на доопрацювання.

4. *Іспит*. Це підведення підсумку засвоєння студентом навчального матеріалу навчальної дисципліни за семестр. Максимальна можлива кількість балів – 20.

Загальна бальна оцінка одержується простим сумуванням одержаних студентом балів за всі види контролю.

*Максимально можлива бальна оцінка, яку може набрати студент з дисципліни, дорівнює 100 балам.*

## 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль знань			Іспит	Сума
Контрольний модуль 3	Контрольний модуль 4	Індивідуальне завдання	20	100
Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	20		
30	30			

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

ЗА ШКАЛОЮ ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

## 12. Методичне забезпечення

Диференціальні рівняння. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для студентів заочної форми навчання спеціальностей 7.080101 – «Математика»; 7.080202 – «Прикладна математика»; 7.080201 – «Інформатика».

## 14. Рекомендована література

### Основна

1. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / В.И. Арнольд. – М.: Наука, 1984. – 272 с.
2. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов: в 2 т. / Н.С. Пискунов. – М.: Наука, 1985. – Т. 2. – 560 с.
3. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов: в 2 т. / Н.С. Пискунов. – М.: Наука, 1985. – Т. 1. – 552 с.
4. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А.Ф. Филиппов. – М.: Наука, 1979. – 128 с.
5. Диференціальні рівняння. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт для студентів заочної форми навчання спеціальностей 7.080101 – «Математика»; 7.080202 – «Прикладна математика»; 7.080201 – «Інформатика» / Укладачі: В.З. Грищак, С.А. Левчук, – Запоріжжя: ЗНУ, 2010. – 51 с.

### Додаткова

1. Мартыненко В.С. Операционное исчисление / В.С. Мартыненко. – К.: Вища школа, 1973. – 268 с.
2. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Л.С. Понтрягин. – М.: Наука, 1974. – 331 с.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений / В.В. Степанов. – М.: ГИТТЛ, 1962. – 468 с.
4. Бибииков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Высш. шк., 1991. – 303 с.
5. Боярчук А.К., Головач Г.П. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах. –Т. 5. – М., Эдиториал УРСС, 2001. – 384 с.
6. Диткин В.А., Прудников А.П. Интегральные преобразования и операционное исчисление. – М.: Физматгиз, 1961. – 524 с.
7. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. Пер. с нем. – 4-е изд., испр. – М.: Наука: Гл. ред. физ-мат. лит., 1971. – 576 с.

8. Курант Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 1. – М.: Наука, 1967. – 704 с.
9. Курант Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления. – Том 2. М.: Наука, 1970. – 689 с.
10. Курант Р. Уравнения с частными производными. – М.: Мир, 1964. – 830 с.

#### 14. Інформаційні ресурси

1. Курс высшей математики и математической физики. Вып. 7: Дифференциальные уравнения / Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Ильина, А.Г. Свешникова.– М.:Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1980. – 231 с. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif\\_i\\_integral\\_uravnenia/19tihonovdifury.djv](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/19tihonovdifury.djv)
2. Приложение дифференциального исчисления к некоторым задачам физики и механики: учеб. пос./под ред. Л.В. Желдакова, Е.Г. Ушакова.– Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1987.– 49 с.: ил. – Библиогр. 5 назв. [http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-5/matemat\\_modelir/mat\\_mod/zheldakova.djv](http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-5/matemat_modelir/mat_mod/zheldakova.djv)
3. Агафонов С.А. Дифференциальные уравнения: Учеб. Для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 3-е изд, стереотип./ С.А. Агафонов, А.Д. Герман, Т.В. Муратова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 352 с. – (Математика в техническом университете; Вып. VIII). – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif\\_i\\_integral\\_uravnenia/1agafon.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/1agafon.djvu)
4. Айнс Э.Л. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Под ред. А.М. Эфроса; Пер. с англ.– Харьков: ОНТИ, 1939. – 717 с. – [http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-5/differentsyalnye\\_uravneniya/differ\\_uravneniya/ains.djvu](http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-5/differentsyalnye_uravneniya/differ_uravneniya/ains.djvu); [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie\\_i\\_integraln\\_uravneniya/books/diff\\_uravneniya/ains.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie_i_integraln_uravneniya/books/diff_uravneniya/ains.djvu)
5. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. – Л.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 160 с. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie\\_i\\_integraln\\_uravneniya/books/diff\\_uravneniya/20050506\\_AEE102BE.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie_i_integraln_uravneniya/books/diff_uravneniya/20050506_AEE102BE.djvu)
6. Араманович Исаак Генрихович Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости: Учеб. пос./ Араманович Исаак Генрихович, Лунц Григорий Львович, Эльсгольц Лев Эрнестович. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Наука, 1968.– 416 с.: ил.– («Избранные главы высшей математики для инженеров и студентов втузов»). – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/teoriya\\_funksij/BOOKS/tfkp/armanovich.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/teoriya_funksij/BOOKS/tfkp/armanovich.djvu)
7. Боярчук А.К. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах: Т.5 / А.К. Боярчук, Г.П. Головач. – 2001. –

- [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskij\\_analiz/BOOKS/zadachi/Anti5.djv](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskij_analiz/BOOKS/zadachi/Anti5.djv)
8. Боярчук А.К. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах: Справочное пособие по высшей математике. Т. 5/ А.К. Боярчук, Г.П. Головач. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 384 с. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/mat\\_i\\_funkc\\_analiz/6antid5.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/mat_i_funkc_analiz/6antid5.djvu)
  9. Бугров Я. С. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного / Я.С. Бугров, С.М. Никольский. – М.: Наука, 1969. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/entsyklopedii\\_i\\_spravochniki\\_po\\_matematike/BOOKS/diff\\_integr\\_uravneniya/Bugrov.djv](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/entsyklopedii_i_spravochniki_po_matematike/BOOKS/diff_integr_uravneniya/Bugrov.djv)
  10. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах/ Б. А. Васильева, Н.Г. Медведев, А. Н. Тихонов, А.Т. Уразгильдина. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2005.– 432 с.– (Курс высшей математики и математической физики; Вып. 10).– [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif\\_i\\_integral\\_uravnenia/12vasilyeva.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/12vasilyeva.djvu)
  11. Васильева А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения / А.Б. Васильева, Медведев Г.Н. и др.– М.: Физматлит, 2003. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/entsyklopedii\\_i\\_spravochniki\\_po\\_matematike/BOOKS/diff\\_integr\\_uravneniya/vasileva.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/entsyklopedii_i_spravochniki_po_matematike/BOOKS/diff_integr_uravneniya/vasileva.djvu)
  12. Егоров А.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями / А.И. Егоров. – 2-е изд., испр.– М.: Физматлит, 2005.– 384 с.– [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif\\_i\\_integral\\_uravnenia/6egorov.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/6egorov.djvu)
  13. Желдакова Л.В. Приложение дифференциального исчисления к некоторым задачам физики и механики/ Л.В. Желдакова, Е.Г. Ушакова.– Харьков: ХАИ, 1987. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/izbrannye\\_voprosy\\_matematiki/BOOKS/izbrannaya\\_matematika/Zheldakova.djv](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/izbrannye_voprosy_matematiki/BOOKS/izbrannaya_matematika/Zheldakova.djv)
  14. Желдакова Л.В. Приложение дифференциального исчисления к некоторым задачам физики и механики: учебное пособие / Желдакова Л.В., Ушакова Е.Г.; под ред. К.С. Кожевникова.– Харьков: ХАИ, 1987.– 25 с.: ил.– Библиогр. 5 назв. [http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/vychislitel'naya\\_matematika/BOOKS/mat\\_model/Zheldakova.djv](http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/vychislitel'naya_matematika/BOOKS/mat_model/Zheldakova.djv)
  15. Калинин В.В. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Пособие для практических занятий. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ», 2005. – 68 с. – (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина. Кафедра высшей математики). – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie\\_i\\_integraln\\_uravneniya/books/diff\\_uravneniya/kalinin.pdf](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie_i_integraln_uravneniya/books/diff_uravneniya/kalinin.pdf)

16. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений / В.В. Степанов. – 5-е изд. – М.: ГТТИ, 1950. – 468 с. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie\\_i\\_integraln\\_uravneniya/books/diff\\_uravneniya/stepanov.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/differentsialnie_i_integraln_uravneniya/books/diff_uravneniya/stepanov.djvu)
17. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений / В.В. Степанов. – 473 с. – [http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-5/differentsyalnye\\_uravneniya/differ\\_uravneniya/stepanov.djvu](http://ebooks.znu.edu.ua/files/mathbooks/2008-5/differentsyalnye_uravneniya/differ_uravneniya/stepanov.djvu)
18. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.1. – М.: Наука, 1962. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskiy\\_analiz/BOOKS/mat\\_analiz/fiht1.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskiy_analiz/BOOKS/mat_analiz/fiht1.djvu)
19. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.2. – М.: Наука, 1964. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskiy\\_analiz/BOOKS/mat\\_analiz/fiht2.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskiy_analiz/BOOKS/mat_analiz/fiht2.djvu)
20. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.3. – М.: Наука, 1966. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskiy\\_analiz/BOOKS/mat\\_analiz/fiht3.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/mathbooks/matematicheskiy_analiz/BOOKS/mat_analiz/fiht3.djvu)
21. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.1. – 616 с. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif\\_i\\_integral\\_uravnenia/20fiht1.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/20fiht1.djvu)
22. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т.2. – 810 с. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif\\_i\\_integral\\_uravnenia/21fiht2.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/21fiht2.djvu)
23. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 3. – 662 с. – [http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif\\_i\\_integral\\_uravnenia/22fiht3.djvu](http://ebooks.zsu.zp.ua/files/phiziki/matematika/dif_i_integral_uravnenia/22fiht3.djvu)