

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Кафедра фундаментальної математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан
Математичного факультету
_____ С.І. Гоменюк
“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ІНТЕГРАЛЬНІ РІВНЯННЯ»

напрямок підготовки 6.040201 – «Математика»
спеціалізація «Математичний аналіз»
математичний факультет

2016 – 2017 навчальний рік

Робоча програма «Інтегральні рівняння» для студентів за напрямом підготовки 6.040201 - «Математика», 2016 р. – 11 с.

Розробники: ст. викладач Ю.М. Стреляєв

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математичного аналізу

Протокол від “25” серпня 2016 року № 1

Завідувач кафедри _____ С.М. Гребенюк

“ _____ ” _____ 20__ року

Схвалено науково-методичною радою математичного факультету

Протокол від “ _____ ” серпня 2016 року № _____

Голова _____ П.Г.Стеганцева

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 2,3	Галузь знань 0402 – «Фізико-математичні науки»	За вибором	
	Напрям підготовки 6.040201 – «Математика»		
Модулів – 2		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <i>комплексне практичне завдання</i>		Семестр	
Загальна кількість годин – 81		7-й	8-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 5,2	Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр	Лекції	
		14 год.	4 год.
		Практичні заняття	
		16 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		51 год.	73 год.
		Індивідуальні завдання	
-	-		
Вид контролю:			
Залік	Залік		

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

для денної форми навчання – 1:2,6;

для заочної форми навчання – 1:12,5.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: систематичне викладення основ теорії лінійних інтегральних рівнянь.

Завдання:

- ознайомити студентів з основними поняттями та методами теорії лінійних інтегральних рівнянь, необхідними для застосування у ряді галузей знань.
- забезпечити засвоєння основних теоретичних відомостей і набуття практичних вмінь і навичок розв'язування основних типів задач;
- формувати навички самостійної роботи над матеріалом.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- класифікацію лінійних і нелінійних інтегральних рівнянь;
- основні теореми теорії лінійних інтегральних рівнянь Вольтерра;
- аналітичні методи розв'язання лінійних інтегральних рівнянь Вольтерра;
- основні теореми теорії інтегральних рівнянь Фредгольма;
- аналітичні методи розв'язання інтегральних рівнянь Фредгольма;
- деякі чисельні методи розв'язання лінійних інтегральних рівнянь.

вміти:

- визначати тип інтегрального рівняння;
- перевіряти чи є задана функція розв'язком інтегрального рівняння;
- зводити задачу Коші до інтегрального рівняння Вольтерра другого роду;
- знаходити резольвенту інтегрального рівняння Вольтерра другого роду;
- знаходити розв'язок інтегрального рівняння Вольтерра другого роду за допомогою резольвенти;
- знаходити розв'язок інтегрального рівняння Вольтерра другого роду методом послідовних наближень;
- розв'язувати інтегральне рівняння Вольтерра типу згортки;
- розв'язувати інтегральне рівняння Фредгольма другого роду за допомогою резольвенти
- розв'язувати інтегральне рівняння Фредгольма з виродженим ядром
- знаходити характеристичні числа та власні функції ядра Фредгольма;
- розв'язувати інтегральне рівняння Фредгольма другого роду з симетричним ядром;
- застосовувати метод послідовних наближень для знаходження точного або наближеного розв'язку інтегрального рівняння Фредгольма другого роду.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Інтегральні рівняння Вольтерра.

Тема 1. Класифікація лінійних інтегральних рівнянь.

Інтегральні рівняння Вольтерра 1-ого та 2-ого роду. Інтегральні рівняння Фредгольма 1-ого та 2-ого роду. Однорідні інтегральні рівняння.

Тема 2. Інтегральне рівняння Вольтерра 2-го роду.

Аналітичні методи розв'язування інтегральних рівнянь. Зв'язок з диференціальними рівняннями.

Тема 3. Зв'язок рівнянь Вольтерра з диференціальними рівняннями.

Зведення задачі Коші до еквівалентного інтегрального рівняння (системи інтегральних рівнянь).

Тема 4. Аналітичне розв'язання рівняння Вольтерра 2-ого роду.

Метод послідовних наближень. Розв'язок за допомогою резольвенти.

Тема 5. Рівняння Вольтера 2-го роду типу згортки.

Основні теореми операційного числення. Таблиця перетворень Лапласа. Застосування перетворення Лапласа до рівняння Вольтера 2-го роду з різницеvim ядром.

Тема 6. Рівняння Вольтера 1-го роду.

Приклади задач, які приводять до цього рівняння. Зведення до інтегрального рівняння 2-ого роду.

Змістовий модуль 2. Інтегральні рівняння Фредгольма.

Тема 7. Інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду.

Метод послідовних наближень. Метод ітерації ядер для знаходження резольвенти і розв'язування інтегральних рівнянь.

Тема 8. Інтегральне рівняння Фредгольма 2-го роду з виродженим ядром.

Розв'язування рівняння Фредгольма 2-го роду з виродженим ядром. Метод невизначених коефіцієнтів.

Тема 9. Альтернатива Фредгольма.

Характеристичні числа і власні функції. Теореми Фредгольма.

Тема 10. Рівняння Фредгольма 2-го роду із симетричним ядром.

Теорема Гілберта – Шмідта. Білінійний ряд.

Тема 11. Додаткові відомості.

Інтегральні рівняння Фредгольма першого роду. Нефредгольмовські інтегральні рівняння. Сингулярні рівняння.

Тема 12. Нелінійні інтегральні рівняння.

Нелінійні інтегральні рівняння Вольтерра. Рівняння в формі Урисона. Рівняння з виродженим ядром у формі Гаммерштейна.

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	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Інтегральні рівняння Вольєрра.												
Тема 1. <i>Класифікація інтегральних рівнянь.</i>	6	1	1			4	6	1	-			5
Тема 2. <i>Інтегральне рівняння Вольєрра 2-го роду.</i>	6	1	1			4	7	1	-			6
Тема 3. <i>Зв'язок рівнянь Вольєрра з диференціальним і рівняннями.</i>	6	1	1			4	7	-	1			6
Тема 4. <i>Аналітичне розв'язання рівняння Вольєрра 2-ого роду.</i>	9	2	2			5	8	1	1			6
Тема 5. <i>Рівняння Вольєра 2-го роду типу згортки.</i>	9	2	2			5	7	1	1			5
Тема 6. <i>Рівняння Вольєра 1-го роду.</i>	6	1	1			4	6	-	-			6
Разом за змістовим модулем 1	42	8	8			26	41	4	3			34
Змістовий модуль 2. Інтегральні рівняння Фредгольма.												
Тема 7. <i>Інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду.</i>	7	1	2			4	7	1	-			6

Тема 8. <i>Інтегральне рівняння Фредгольма 2-го роду з виродженим ядром.</i>	8	1	2		5	8	1	1			6
Тема 9. <i>Альтернатива Фредгольма.</i>	6	1	1		4	7	1	1			5
Тема 10. <i>Рівняння Фредгольма 2-го роду із симетричним ядром.</i>	6	1	1		4	8	1	1			6
Тема 11. <i>Додаткові відомості.</i>	6	1	1		4	5	-	-			5
Тема 12. <i>Нелінійні інтегральні рівняння.</i>	6	1	1		4	5	-	-			5
Разом за змістовим модулем 2	39	6	8		25	40	4	3			33
Усього годин	81	14	16		51	81	8	6			67

5. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Тема 1. Класифікація лінійних інтегральних рівнянь.	2	1
2	Тема 2. Інтегральне рівняння Вольтерра 2-го роду.	2	1
3	Тема 3. Зв'язок рівнянь Вольтерра з диференціальними рівняннями.	2	-
4	Тема 4. Аналітичне розв'язання рівняння Вольтерра 2-ого роду.	2	1
5	Тема 5. Рівняння Вольтера 2-го роду типу згортки.	2	1

6	<i>Тема 6. Рівняння Вольтера 1-го роду.</i>	2	-
7	<i>Тема 7. Інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду.</i>	2	1
8	<i>Тема 8. Інтегральне рівняння Фредгольма 2-го роду з виродженим ядром.</i>	2	1
9	<i>Тема 9. Альтернатива Фредгольма.</i>	2	1
10	<i>Тема 10. Рівняння Фредгольма 2-го роду із симетричним ядром.</i>	2	1
11	<i>Тема 11. Додаткові відомості.</i>	2	-
12	<i>Тема 12. Нелінійні інтегральні рівняння.</i>	2	-
	Разом	14	4

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	<i>Тема 1. Класифікація лінійних інтегральних рівнянь.</i>	-	-
2	<i>Тема 2. Інтегральне рівняння Вольтерра 2-го роду.</i>	2	-
3	<i>Тема 3. Зв'язок рівнянь Вольтерра з диференціальними рівняннями.</i>	2	1
4	<i>Тема 4. Аналітичне розв'язання рівняння Вольтерра 2-ого роду.</i>	2	1
5	<i>Тема 5. Рівняння Вольтера 2-го роду типу згортки.</i>	2	1
6	<i>Тема 6. Рівняння Вольтера 1-го роду.</i>	-	-
7	<i>Тема 7. Інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду.</i>	2	-
8	<i>Тема 8. Інтегральне рівняння Фредгольма 2-го роду з виродженим ядром.</i>	2	1
9	<i>Тема 9. Альтернатива Фредгольма.</i>	2	1
10	<i>Тема 10. Рівняння Фредгольма 2-го роду із симетричним ядром.</i>	2	1
11	<i>Тема 11. Додаткові відомості.</i>	-	-
12	<i>Тема 12. Нелінійні інтегральні рівняння.</i>	-	-
	Разом	16	2

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	<i>Тема 1. Класифікація лінійних інтегральних рівнянь.</i>	1	5
2	<i>Тема 2. Інтегральне рівняння Вольтерра 2-го роду.</i>	2	6
3	<i>Тема 3. Зв'язок рівнянь Вольтерра з диференціальними рівняннями.</i>	2	6
4	<i>Тема 4. Аналітичне розв'язання рівняння Вольтерра 2-ого роду.</i>	2	6
5	<i>Тема 5. Рівняння Вольтера 2-го роду типу згортки.</i>	2	5
6	<i>Тема 6. Рівняння Вольтера 1-го роду.</i>	2	6
7	<i>Тема 7. Інтегральні рівняння Фредгольма 2-го роду.</i>	2	6
8	<i>Тема 8. Інтегральне рівняння Фредгольма 2-го роду з виродженим ядром.</i>	2	6
9	<i>Тема 9. Альтернатива Фредгольма.</i>	-	5
10	<i>Тема 10. Рівняння Фредгольма 2-го роду із симетричним ядром.</i>	2	6
11	<i>Тема 11. Додаткові відомості.</i>	2	5
12	<i>Тема 12. Нелінійні інтегральні рівняння.</i>	2	5
	Разом	51	73

8. Індивідуальні завдання

Комплексне практичне завдання.

1. Типове завдання №1 – Інтегральні рівняння Вольтерра.

Зміст:

- 1) Переконатись, що задана функція є розв'язком інтегрального рівняння та встановити його тип;
- 2) Скласти інтегральне рівняння, що відповідає заданій задачі Коші;
- 3) Знайти резольвенту інтегрального рівняння методом ітерованих ядер;
- 4) Знайти розв'язок інтегрального рівняння методом послідовних наближень;
- 5) Знайти розв'язок інтегрального рівняння типу згортки;
- 6) Розв'язати інтегральне рівняння Вольтерра першого роду.

2. Типове завдання №2 – Інтегральні рівняння Фредгольма.

Зміст:

- 1) Знайти резольвенту інтегрального рівняння;

- 2) Знайти розв'язок інтегрального рівняння з виродженим ядром;
- 3) Знайти характеристичні числа і власні функції заданого ядра;
- 4) Розв'язати неоднорідне симетричне рівняння Фредгольма другого роду;
- 5) Дослідити задане інтегральне рівняння при різних значеннях параметру.
- 6) Знайти наближений розв'язок інтегрального рівняння методом послідовних наближень.

9. Методи навчання

- метод евристичної бесіди;
- проблемний метод;
- метод дистанційного навчання.

10. Методи контролю

- контрольні роботи;
- перевірка конспектів лекцій;
- контрольне опитування за матеріалом для самостійної роботи;
- захист індивідуального завдання;
- залік;

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль знань			Залік	Сума
Контрольний модуль 1	Контрольний модуль 2	Індивідуальне завдання	20	100
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	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

1. Александров О.І., Стреляев Ю.М. Аналіз у метричних просторах: Навчальний посібник для студентів математичного факультету. – Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – 72 с.
2. Александров О.І., Стреляев Ю.М., Прокопенко О.В., Шашкова Є.В. Лінійний аналіз: Навчальний посібник для студентів математичного факультету. – Запоріжжя: ЗНУ, 2009. – 104 с.
3. Костюшко І.А., Куземко А.М. Куземко Н.І. Методичні вказівки до розв’язання інтегральних рівнянь Вольтера та Фредгольма (для студентів спеціальності «математика») – Запоріжжя: ЗДУ, 2002. – 68 с.
4. Сніжко Н.В. Теорія функцій комплексної змінної у прикладах і задачах: Посібник для студентів заочної форми навчання. – Запоріжжя: ЗНУ, 2007. – 107 с.
5. [Методичні матеріали для забезпечення семінарських, практичних занять.](#)
6. [Методичні матеріали для забезпечення самостійної роботи студентів.](#)
7. [Перелік питань до іспиту.](#)

13. Рекомендована література

Основна

1. Васильева А.Б. Интегральные уравнения / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов – М.: Физматлит, 2005. – 160 с.
2. Краснов М.Л. Интегральные уравнения: введение в теорию / М.Л. Краснов –М.: Наука, 1975. — 304 с.
3. Краснов М.Л. Интегральные уравнения. Задачи и упражнения / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко – М.: Наука, 1968. – 192 с.
4. Манжиров А.В. Справочник по интегральным уравнениям: Методы решения / А.В. Манжиров, А.Д. Полянин – М.: Факториал, 2000. – 384с.

Додаткова

- 1.Брычков Ю.А. Интегральные преобразования обобщенных функций / Ю.А. Брычков, А.П. Прудников – М.: Наука, 1977.– 234 с.
- 2.Красносельский М.А. Топологические методы в теории нелинейных интегральных уравнений / М.А. Красносельский – М.: Гостехиздат, 1956. – 398с.
- 3.Уфлянд Я.С. Интегральные преобразования в задачах теории упругости / Я.С. Уфлянд – Л.: Наука, 1968. – 322 с.
- 4.Петровський І.Г. Лекції по теорії інтегральних рівнянь / І.Г. Петровський – М.: Наука, 1975. – 104 с.
- 5.Трикоми Ф. Интегральные уравнения / Ф. Трикоми – М.: Наука 1960. – 267 с.
- 6.Цлаф Л.Я. Вариационное исчисление и интегральные уравнения / Л.Я. Цлаф – М.: Наука, 1970. – 483 с.

14. Інформаційні ресурси

1. <http://www.math.ru/lib/>
2. <http://www.edu.ru/modules/>
3. <http://www.exponenta.ru/educat/>
4. <http://www.pm298.ru/mintegral.php>
5. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>