

**Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донбаський державний педагогічний університет»**

Кафедра математики

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ТЕОРІЯ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ**

**підготовки здобувачів ступеня вищої освіти магістр**

**спеціальності 014 Середня освіта (Математика)**

Слов'янськ – 2016

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО КАФЕДРОЮ МАТЕМАТИКИ

---

УКЛАДАЧ ПРОГРАМИ:

Доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математики *С.М. Чуйко*

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кандидат фізико-математичних наук та навчального плану підготовки, доцент, декан фізико-математичного факультету *О.О. Новіков*

Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри вищої математики Донбаської державної машинобудівної академії *О.Г. Ровенська*

+

Рекомендовано до впровадження  
науково-методичною радою  
Державного вищого навчального закладу  
«Донбаський державний педагогічний університет»

“17” лютого 2016 р.

Протокол № 2

Перший проректор

Набока О.Г.

## ВСТУП

Навчальна програма вивчення дисципліни «Теорія нелінійних коливань» складена відповідно до освітньо-професійної програми та навчального плану підготовки здобувача ступеня вищої освіти магістр спеціальності 014 Середня освіта (Математика).

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є нелінійні нетерові крайові задачі, зокрема, автономні нетерові крайові задачі.

**Міждисциплінарні зв'язки:** постановки нелінійних крайових задач мають тісний зв'язок з проблемами моделювання фізичних, економічних та біологічних процесів.

Програма навчальної дисципліни містить такі змістові модулі:

1. Необхідні відомості з теорії матриць та функціонального аналізу.
2. Необхідні відомості з теорії лінійних нетерових крайових задач для систем диференціальних рівнянь.
3. Методи дослідження теорії нелінійних коливань.

### 1. Мета й завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія нелінійних коливань» є ознайомлення здобувачів з методами дослідження слабконелінійних нетерових крайових задач для систем звичайних диференціальних рівнянь.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Теорія нелінійних коливань» є оволодіння базовими теоретичними та практичними методами дослідження та побудови наближених розв'язків нетерових крайових задач для систем звичайних диференціальних рівнянь.

1.3. За результатами вивчення дисципліни у здобувачів повинні бути сформовані такі компетентності:

*загальні:*

– здатність розуміти сутність і значення нових об'єктів,

– здатність удосконалювати і розвивати свій інтелектуальний і загальнокультурний рівень.

*спеціальні:*

– володіння основними методами дослідження звичайних диференціальних рівнянь та вмінням застосовувати їх до теорії нелінійних коливань;

– здатність користуватися основним інструментарієм теорії нелінійних коливань, вміння застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання задач у професійній діяльності та наукових дослідженнях.

На вивчення навчальної дисципліни відведено 180 годин / 6 кредитів ECTS.

## **2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

### **Змістовний модуль 1.**

#### **Базові відомості для теорії нелінійних коливань**

**Тема 1.** Історія розвитку теорії нелінійних коливань

**Тема 2.** Псевдообернена (за Муром-Пенроузом) матриця.

Ортопроектори.

**Тема 3.** Умови розв'язності та формули побудови розв'язків систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

**Тема 4.** Альтернатива Фредгольма для систем лінійних алгебраїчних рівнянь.

**Тема 5.** Псевдорозв'язок системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

**Тема 6.** Метод найменших квадратів.

**Тема 7.** Лінійна модель парної регресії системи двох випадкових величин.

**Тема 8.** Квадратична модель парної регресії системи двох випадкових величин.

**Тема 9.** Розвинення синуса Якобі за методом найменших квадратів.

## **Змістовний модуль 2.**

### **Системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь**

**Тема 10.** Задачі Коші для системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

**Тема 11.** Нормальна фундаментальна матриця. Теорема Остроградського – Ліувілля.

**Тема 12.** Спряжені системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

**Тема 13.** Оператор Гріна задачі Коші для системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

## **Змістовний модуль 3.**

### **Крайові задачі**

**Тема 14.** Нетерова крайова задача для системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

**Тема 15.** Оператор Гріна нетерової крайової задачі для системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

**Тема 16.** Умови розв'язності та формула побудови розв'язків нетерової крайової задачі для системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.

**Тема 17.** Умови розв'язності та формула побудови розв'язків періодичної крайової задачі для системи лінійних звичайних диференціальних рівнянь.

**Тема 18.** Нетерова крайова задача для системи нелінійних диференціальних рівнянь.

**Тема 19.** Положення рівноваги нелінійної крайової задачі. Метод малого параметру.

**Тема 20.** Нетерова крайова задача для автономної системи слабконелінійних звичайних диференціальних рівнянь. Метод Ляпунова – Пуанкаре.

**Тема 21.** Критичний випадок першого порядку.

**Тема 22.** Періодичні крайові задачі для рівнянь Ван дер Поля, Л'єнара та Дюффінга.

**Тема 23.** Періодична задача для рівняння Лотка – Вольтерра “хижак – жертва”.

### **3. Рекомендована література**

#### **Базова література**

1. Азбелев Н.В., Максимов Н.П., Рахматуллина Л.Ф. Введение в теорию функционально-дифференциальных уравнений.- М.: Наука. 1991. – 277 с.
2. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Наука.1981. – 568 с.
3. Арнольд В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Наука. – 1984. – 336 с.
4. Беллман Р, Калаба Р. Квазилинеаризация и нелинейные краевые задачи. – М.: Мир. – 1968. – 184 с.
5. Бойчук А.А., Журавлев В.Ф., Самойленко А.М. Обобщенно-обратные операторы и нетеровы краевые задачи. Киев. Ин-т Математики НАН Украины. – 1995. – 318 с.
6. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.:Наука. – 1988. – 552 с.
7. ГребениковЕ.А., Рябов Ю.А. Конструктивные методы анализа нелинейных систем. – М.: Наука. – 1979. – 432 с.
8. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Наука. – 1967. – 472 с.
9. Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ. М.: Наука. – 1977. – 744с.
10. Левитан Б.М. Почти-периодические функции. ГИТТЛ. М. – 1953. – 396с.
11. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука. 1968. – 496 с.

12. Плисс В.А. Ограниченные решения неоднородных линейных систем дифференциальных уравнений // Проблемы асимптотической теории нелинейных колебаний. К.: Наук.думка. – 1977.

13. Рубаник В.П. Колебания квазилинейных систем с запаздыванием. М.: Наука. – 1969. – 288с.

14. Самойленко А.М., Ронто Н.И. Численно-аналитические методы исследования решений краевых задач. Киев: Наук.думка. – 1986. – 224с.

15. Самойленко А.М., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения с импульсным воздействием. Киев: Высшая шк. – 1987. – 287 с.

16. Самойленко А.М. Элементы математической теории многочастотных систем. М.: Наука. – 1987. – 304 с.

17. Самойленко А.М., Бойчук А.А., Бойчук Ан.А. Ограниченные на всей оси решения линейных слабозмущенных систем // Укр. матем. журнал. – 2002 – т.54, №11. – С.1517 – 530

18. Эльсгольц Л.Э. Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющим аргументом. М.: Наука. – 1971. – 296 с.

19. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ. М.: Мир. – 1989. – 655 с.

20. Boichuk A.A. Generalized inverse operators and Fredholm boundary-value problems / A.A. Boichuk, A.M. Samoilenko. – Utrecht; Boston:VSP, 2004. – XIV. 317 p.

21. Conti R. On ordinary differential equation with interface conditions / R.Conti // Journ.of Diff.Eq. – 1968. – V.4, №1. – pp. 4 – 11.

22. Nashed M.Z. Generalized Inverses and Applications. New York. Academic Press. – 1976. – 1054 p.

23. Pandit S.G. Differential systems involving impulses. Lecture Notes in Mathematics / S.G. Pandit, S.G. Deo. – Berlin-New York: Springer-Verlag, 1982. – 102 p.

24. Pignani T.J. differential Systems with Interface and General Boundary Conditions / T.J.Pignani, W.M.Whyburn // F.Elisha Mitchell Sci.Sco. – 1956. – №72. – P.1 –14.

### **Додаткова література**

25. Sacker R.J., Sell J. Existence of dichotomies and invariant splittings index for linear differential systems, I-III // J. Differential Equations, 1974, Vol.15, 429 – 458; 1976, Vol. 22, pp. 478 – 496.

26. Samoilenko A.M. Impulsive Differential Equations. (World Scientific Series on Nonlinear Science, Ser.A, Vol.14) / A.M.Samoilenko, N.A.Perestyuk. – Singapore: World Scientific Publishing Co., 1995. – x+462 p.

27. Vejvoda O. On perturbed nonlinear boundary-value problems / O.Vejvoda // Czech.Math. J. –1961. – №11. – pp. 323 – 364.

### **4. Форма підсумкового контролю результатів навчання**

Іспит

### **5. Засоби діагностики результатів навчання**

Іспит, індивідуальне домашнє завдання.