

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Кафедра диференціальних рівнянь та математичної фізики



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної і
навчальної роботи та рекрутації,
проф. Гавришук С. В.

Протокол № 2 від 18.10. 2018 р.

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

**ТЕОРІЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ТА
ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ**

підготовки _____ магістра _____

спеціальності 111 Математика

освітньої програми (спеціалізації) _____ Математика _____

Програма навчальної дисципліни «Теорія диференціальних рівнянь та динамічних систем» для студентів галузей знань 11 Математика та статистика, спеціальності 111 Математика, освітньої програми Математика.

Розробник:

доцент кафедри диференціальних рівнянь
та математичної фізики, кандидат фіз.–мат. наук, доцент

Собчук В.В.

Рецензент:

доцент кафедри математичного аналізу і геометрії,
кандидат фіз.–мат. наук, доцент

Філозоф Л.І.

**Програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри
диференціальних рівнянь та математичної фізики
протокол № 2 від 05. 09. 2018 р.**


Завідувач кафедри:



(Чичурін О.В.)

**Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною комісією
факультету інформаційних систем, фізики та математики
протокол № 1 від 06. 09. 2018 р.**

Голова науково-методичної
комісії факультету:



(Полетило С.А.)

**Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною радою
Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки**

© Собчук В.В., 2018 р.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Таблиця 1

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	11 Математика та статистика, 111 Математика, Математика, магістр	Нормативна
Кількість годин/кредитів 180 / 6		Рік навчання 6
		Семестр 11
		Лекції 32 год.
		Практичні 28 год.
		Самостійна робота 110 год.
ІНДЗ: 2		Консультації 10 год.
	Форма контролю: екзамен	

2. АНОТАЦІЯ КУРСУ

Дисципліна «Теорія диференціальних рівнянь та динамічних систем» належить до переліку нормативних навчальних дисциплін, забезпечує професійний розвиток магістра та спрямована на формування в майбутнього фахівця основних понять, теоретичних положень і методів сучасної теорії диференціальних рівнянь та динамічних систем та вміння застосувати їх до розв'язання фізичних та інших прикладних задач. Дисципліна «Теорія диференціальних рівнянь та динамічних систем» є одним з розділів теорії диференціальних рівнянь і читається як логічне продовження класичного курсу «Диференціальні рівняння». Засвоєння даного курсу дозволяє студентам досліджувати закономірності зміни динамічних систем. Метою викладання навчальної дисципліни «Теорія диференціальних рівнянь та динамічних систем» є: ознайомлення та оволодіння основними математичними поняттями, теоретичними положеннями і методами сучасної теорії диференціальних рівнянь, вміння будувати і досліджувати математичні моделі динамічних процесів з врахуванням природи реальних фізичних систем.

3. КОМПЕТЕНЦІЇ

До кінця навчання студенти будуть компетентними у таких питаннях:

- сучасної теорії диференціальних рівнянь та динамічних систем;
- предметом і методами теорії якісної теорії дослідження диференціальних рівнянь;
- методами дослідження нелінійних динамічних систем;
- методами якісного аналізу поведінки та властивостей складних систем;
- основами чисельного моделювання динамічних систем з допомогою програмних засобів та пакетів комп'ютерного моделювання.

До кінця навчання студенти набудуть таких умінь:

- розробляти та досліджувати лінійні та нелінійні математичні моделі динамічних процесів, описані звичайними диференціальними рівняннями;
- розробляти та досліджувати лінійні та нелінійні математичні моделі динамічних процесів, описані різницевиими рівняннями;
- знаходити сідлові точки та оптимальні розв'язки матричних ігор;
- застосовувати сучасні програмні засоби для дослідження динамічних систем.

4. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Конс.	Сам. роб.
Змістовий модуль I. СУЧАСНІ МЕТОДИ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ					
Тема 1. Визначення та класифікація динамічних систем. Особливі точки диференціальних рівнянь на площині.	17	4	2	1	10
Тема 2. Стійкість розв'язку систем звичайних диференціальних рівнянь. Перший метод Ляпунова. Дослідження стійкості лінійних нестационарних систем	19	4	4	1	10

Тема 3. Дослідження стійкості за першим наближенням. Другий метод Ляпунова. Функції Ляпунова. Геометрична інтерпретація умов стійкості.	22	4	2	1	15
Тема 4. Теореми Ляпунова про стійкість і асимптотичну стійкість. Побудова функцій Ляпунова для лінійних стаціонарних систем.	24	4	4	1	15
Тема 5. Граничні множини динамічних систем. Поняття дивного атрактора. Типи стійкості траєкторій. Спектр ляпуновських характеристичних показників.	15	2	2	1	10
Тема 6. Переріз і відображення Пуанкаре. Розмірність атракторів. Спектральна густина та інваріантна міра.	15	2	2	1	10
<i>Разом за змістовним модулем I</i>	112	20	16	6	70
Змістовий модуль II. ДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ					
Тема 7. Фазові портрети типових коливальних систем. Автоколивальні системи. Регулярні і дивні атрактори динамічних систем.	15	2	2	1	10
Тема 8. Дослідження хаотичних режимів. Карта динамічних режимів.	17	2	4	1	10
Тема 9. Математична модель керованого судна. Прояв ефекту фазової плями — зниження керованості і початкова некерованість.	17	4	2	1	10
Тема 10. Біфуркації динамічних систем. Біфуркація подвоєння періоду. Періодичні точки. Наслідки існування точки періоду 3. Порядок Шарковського.	19	4	4	1	10
<i>Разом за змістовним модулем II</i>	68	12	12	4	40
Всього годин	180	32	28	10	110

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Множина Жюліа та поняття хаотичної динаміки.	14
2	Множина Фату.	10
3	Множина Мандельброта.	28
4	Проблема Келі.	24
5	Випадкові фрак тали та випадкові збурення.	18
6	Броунівський рух.	16
Разом		110

6. ВИДИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ЗАВДАНЬ (ІНДЗ)

За один змістовний модуль кожен студент виконує індивідуальні завдання: декілька задач з пройдених тем, а також опрацьованих самостійно, та захищає свою роботу.

Індивідуальне завдання № 1 передбачає опрацювання теоретичного матеріалу та виконання завдань на теми:

1. Побудова моделі маятника на основі фундаментальних законів природи. Визначення фазового портрету маятника в середовищі MatLab.
2. Моделювання системи Лотки-Вольтерри в середовищі MatLab.
3. Складання рівнянь руху систем, у яких функція Лагранжа залежить від декількох функцій однієї змінної. Моделювання руху матеріальної точки.
4. Визначення спостережності та керованості систем з допомогою програмного пакету математичного моделювання MatLab.
5. Оцінка розв'язку логіко-динамічної системи методом квадратичної функції Ляпунова виду $V(x,t) = x^T H(t)x$.
6. Оцінка розв'язку логіко-динамічної системи методом „зшивання” поверхонь рівня функцій Ляпунова.

Індивідуальне завдання № 2 передбачає опрацювання теоретичного матеріалу та виконання завдань на теми:

1. Особливі точки складної природи на фазовій площині.
2. Динаміка одновимірних відображень.
3. Порядок Шарковського. Теорема Шарковського.
4. Типові біфуркації нелінійних динамічних систем.
5. Біфуркації в макроекономічній динаміці.

7. РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

МОДУЛЬ 1						МОДУЛЬ 2						Сума
Поточне оцінювання			Підсумкове оцінювання	Поточне оцінювання			Підсумкове оцінювання					
Змістовний модуль 1				Змістовний модуль 2								
T1	T2	T3	ІНДЗ 1	МКР 1	Коло квіум 1	T 4	T 5		T 6	ІНДЗ 2	МКР 2	
4	4	4	8	15	15	4	4		4	8	15	15
50						50						

Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
	для екзамену
90 – 100	Відмінно (A)
82 – 89	Дуже добре (B)
75 - 81	Добре (C)
67 -74	Задовільно (D)
60 - 66	Достатньо (E)
1 – 59	Незадовільно (FX)

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анищенко В.С. Сложные колебания в простых системах.– М.:Наука.– 1990.– 312с.
2. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Нейман А.Б., Стрелкова Г.И., Шиманский-Гайер Л. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах.–Москва–Ижевск.:ИКИ.– 2003.– 530с.
3. Кононенко В.О. Колебательные системы с ограниченным возбуждением. – М.: Наука, 1964. — 256 с.
4. Кубенко В.Д., Краснопольская Т.С., Швец А.Ю. и др. Нелинейная динамика осесимметричных тел, несущих жидкость.– Киев: Наук. думка, 1992.–184с.
5. Краснопольская Т.С., Швец А.Ю. Регулярная и хаотическая динамика систем с ограниченным возбуждением. – Москва–Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика" , Институт компьютерных исследований, 2008. – 280 с.
6. Кузнецов С.П. Динамический хаос. — Москва: Физматлит, 2006. – 356 с.
7. Неймарк Ю.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания.–М.: Наука, 1987.–424с.
8. Хайрер Е., Нерсетт С.П., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. – М.: Мир, 1990. – 512 с.
9. Войткунский Я.И., Першиц Р.Я., Титов И.А. Справочник по теории корабля: Судовые движители и управляемость. Л.: Судостроение, 1973. – 511 с.
- 10.Фейгин М.И. Вынужденные колебания систем с разрывными нелинейностями. М.: Наука, 1994. 288 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. – М., 1987.
2. Будаков Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. – М., 1972.
3. Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. – М., 1983.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Механика. – М., 1988.
5. Прасолов А.В. Математические модели динамики в экономике. – С.Пб., 2000.
6. Призва Г.Й. Диференціальні рівняння та їх застосування. – К., 1978.
7. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М., 1972.
8. Уиттекер Е.Т. Аналитическая динамика. – М.-Л., 1978.

9. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Визначення та класифікація динамічних систем.
2. Особливі точки диференціальних рівнянь на площині.
3. Стійкість розв'язку систем звичайних диференціальних рівнянь.
4. Перший метод Ляпунова. Дослідження стійкості лінійних нестационарних систем.
5. Дослідження стійкості за першим наближенням.
6. Другий метод Ляпунова. Функції Ляпунова.
7. Геометрична інтерпретація умов стійкості.
8. Теореми Ляпунова про стійкість і асимптотичну стійкість.
9. Побудова функцій Ляпунова для лінійних стаціонарних систем.
10. Граничні множини динамічних систем.
11. Поняття дивного атрактора. Типи стійкості траєкторій.
12. Спектр ляпуновських характеристичних показників.
13. Переріз і відображення Пуанкаре.
14. Розмірність атракторів.
15. Спектральна густина та інваріантна міра.
16. Фазові портрети типових коливальних систем.
17. Автоколивальні системи. Регулярні і дивні атрактори динамічних систем.
18. Дослідження хаотичних режимів.
19. Карта динамічних режимів.
20. Математична модель керованого судна.
21. Прояв ефекту фазової плями — зниження керованості і початкова некерованість.
22. Біфуркації динамічних систем. Біфуркація подвоєння періоду.
23. Періодичні точки. Наслідки існування точки періоду 3.
24. Порядок Шарковського.