

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра вищої математики та системного аналізу (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи


(підпис)

О.Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2019 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **12 «Інформаційні технології»**
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **124 «Системний аналіз»**
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: **«Системний аналіз і управління»**
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2019 рік

Робоча програма «Диференціальні рівняння»
для студентів за спеціальністю

(назва дисципліни)

124 «Системний аналіз» освітньою програмою «Системний аналіз і управління»

« 07 » червня 2019 р. – 12 с.

Розробник: Ніколаєв О.Г. завідувач кафедри вищої математики та системного аналізу, д.ф.-м.н., професор

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та системного аналізу

(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 19 » червня 2019 р.

Завідувач кафедри: д.фіз.-мат.н, професор

(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.Г.Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: <u>12 «Інформаційні технології»</u> (шифр та найменування) Спеціальність: <u>124 «Системний аналіз»</u> (код та найменування) Освітня програма: <u>«Системний аналіз і управління»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки (обов’язкова)
Кількість модулів – 4		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 5		2019/2020
Індивідуальне завдання: «Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Системи ОДР».		Семестр
Загальна кількість годин – 64/150		4 -й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 64 самостійної роботи студента – 86		Лекції ¹⁾
		32 години
		Практичні
		32 години
		Лабораторні ¹⁾
	- годин	
	Самостійна робота	
86 годин		
Вид контролю		
модульний контроль, іспит		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/ 86.

Мета – дати знання про сучасні та класичні аналітичні методи розв'язання та дослідження диференціальних рівнянь, про застосування диференціальних рівнянь в математичному моделюванні.

Завдання - вивчення математичних величин, теорій, методів, які в явищах, процесах, тілах дають можливість досліджувати найбільш загальні властивості, абстрагуючись від тих властивостей, які не мають суттєвого значення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основні класи диференціальних рівнянь першого та старших порядків, які інтегруються в квадратурах;
- теорію лінійних диференціальних рівнянь і систем ;
- теорію крайових задач для лінійних диференціальних рівнянь другого порядку;
- поняття та методи теорії стійкості диференціальних рівнянь;

вміти:

- класифікувати диференціальні рівняння;
- розв'язувати диференціальні рівняння і системи диференціальних рівнянь першого та старших порядків, які припускають інтегрування;
- досліджувати стійкість розв'язків диференціальних рівнянь і систем;

мати уявлення про:

- автономні системи на фазовій площині;
- групи симетрій диференціальних рівнянь;
- регулярні та іррегулярні особливі точки диференціальних рівнянь.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь.

Диференціальні рівняння першого порядку.

ТЕМА 1. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь .Задача Коші.

Задачі, які приводять до диференціальних рівнянь (ДР). Основні означення теорії диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння першого порядку, розв'язні відносно похідної. Поле напрямів. Геометричний зміст розв'язків диференціального рівняння. Метод ізоклін. Задача Коші для ДР першого порядку. Теореми існування та єдиності Пеано та Пікара.

ТЕМА 2. Класи диференціальних рівнянь першого порядку.

ДР з відокремлюваними змінними та звідні до них. Однорідні ДР та звідні до них. Лінійні ДР першого порядку та звідні до них. Рівняння Ріккаті. Рівняння в повних диференціалах. Інтегрувальні множники. Особливі розв'язки ДР. Обвідна сім'ї кривих. Дискримінантна крива. ДР, які не розв'язні відносно похідної. Метод параметричного диференціювання. Рівняння Клеро та Лагранжа.

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь вищих порядків. Зниження порядку. Лінійні рівняння вищих порядків.

ТЕМА 3. Диференціальні рівняння вищих порядків. Зниження порядку.

Основні означення. Задача Коші для ДР старших порядків. Типи рівнянь вищих порядків, що допускають зниження порядку.

ТЕМА 4. Загальна теорія лінійних диференціальних рівнянь.

Загальні означення. Існування та єдиність розв'язку задачі Коші. Лінійна залежність та незалежність системи функцій на проміжку. Вронскіан. Формула Остроградського-Ліувілля. Теорема про лінійну залежність та незалежність розв'язків лінійних однорідних ДР. Існування фундаментальної системи розв'язків у лінійного однорідного ДР. Структури загальних розв'язків лінійних однорідного та неоднорідного рівнянь. Формула Коші для частинного розв'язку лінійного неоднорідного рівняння. Функція Коші (впливу). Означення дельта-функції та її властивості. Принцип суперпозиції. Фізичний зміст функції Коші.

ТЕМА 5. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами.

Метод Ейлера. Характеристичне рівняння. Побудова ФСР для різних випадків коренів характеристичного рівняння. ДР зі спеціальною правою частиною. Резонанс та його відсутність. Механічний зміст. Метод варіації довільних сталих.

Модуль 3.

Змістовий модуль 3. Системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку з n невідомими функціями.

ТЕМА 6. Системи диференціальних рівнянь.

Загальні означення. Задача Коші для нормальних систем ДР. Системи лінійних ДР 1-го порядку. Лінійна залежність та незалежність вектор-функцій. Вронскіан. Формула Остроградського-Ліувілля для лінійних систем. Структури загальних розв'язків однорідної та неоднорідної систем. Побудова ФСР методом Ейлера для різних випадків коренів характеристичного рівняння. Метод варіації довільних сталих для розв'язування неоднорідних систем ДУ.

Змістовий модуль 4. Теорія стійкості.

ТЕМА 7. Теорія стійкості диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь.

Означення стійкості за Ляпуновим та асимптотичної стійкості розв'язків ДР. Стійкість нульового розв'язку системи ДР. Стійкість лінійних систем. Теорема Рауса-Гурвіца і Ляпунова-Шипара. Критерій стійкості за першим наближенням. Метод функцій Ляпунова. Автономні системи на фазовій площині. Класифікація особливих точок.

Модуль 4.

Змістовий модуль 5. Крайові задачі.

ТЕМА 8. Крайові задачі для диференціальних рівнянь другого порядку.

Означення, умови існування розв'язків. Крайова задача Штурма-Ліувілля. Властивості власних функцій та власних значень задачі Штурма-Ліувілля. Функція Гріна.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі										
		л	п	лаб	інд	с.р.						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння першого порядку.												
”.	3			–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тема 1. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь .Задача Коші.	15	4	3	–		8	–	–	–	–	–	–
Тема 2. Класи диференціальних рівнянь першого порядку .	29	6	11	–		12	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	44	10	14	–		20	–	–	–	–	–	–
Модуль 2												
Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння вищих порядків												
Тема 3. Диференціальні рівняння вищих порядків. Зниження порядку.	17	3	4	–	–	10	–	–	–	–	–	–
								–	–	–	–	–
Тема 4. Загальна теорія лінійних диференціальних рівнянь вищих порядків.	10	4	2	–		4	–	–	–	–	–	–
Тема 5. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами.	18	4	4	–		10	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	45	11	10	–		24	–	–	–	–	–	–
Модуль 3												
Змістовий модуль 3. Системи диференціальних рівнянь												
Тема 6. Системи диференціальних рівнянь.	24	8	6	–		10	–	–	–	–	–	–

								–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 3	24	8	6	–		10	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 4. Теорія стійкості												
Тема 7. Теорія стійкості диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь.	15	3	2	–		10	–	–	–	–	–	–
							–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 4	15	3	2	–		10	–	–	–	–	–	–
Змістовий модуль 5. Крайові задачі												
Тема 8. Крайові задачі для диференціальних рівнянь другого порядку.	22			–	–	22	–	–	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 5				–	–	22	–	–	–	–	–	–
РАЗОМ	150	32	32			86						

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Рівняння з відокремлюваними змінними. Однорідні диференціальні рівняння, узагальнені однорідні рівняння.	2
2	Рівняння з відокремлюваними змінними. Однорідні диференціальні рівняння, узагальнені однорідні рівняння.	2
3	Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння Бернуллі.	2
4	Рівняння Бернуллі. Рівняння Ріккаті.	2
5	Рівняння в повних диференціалах. Інтегруючий множник.	2
6	Інтегруючий множник. Рівняння Клеро та Лагранжа.	2
7	Модульний контроль за темами 1,2.	2
8	Зниження порядку диференціальних рівнянь.	2
9	Зниження порядку диференціальних рівнянь.	2
10	Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами.	2
11	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами зі спеціальною правою частиною.	2
12	Метод варіації довільних сталих для лінійних диференціальних рівнянь	2

	вищого порядку.	
13	Однорідні системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами (випадок простих дійсних коренів і випадок комплексних коренів).	2
14	Однорідні системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами (випадок кратних коренів). Метод виключення.	2
15	Метод варіації довільних сталих для систем. Визначення стійкості лінійних диференціальних рівнянь та систем.	2
16	Модульний контроль за темами 3-6.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні поняття теорії диференціальних рівнянь .Задача Коші. (Тема 1,2)	8
2	Класи диференціальних рівнянь першого порядку. Рівняння Дарбу. (Тема 3)	12
3	Диференціальні рівняння вищих порядків. Зниження порядку. (Тема 4)	10
4	Загальна теорія лінійних диференціальних рівнянь. (Тема 5)	4
5	Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Рівняння Бесселя. (Тема 6)	10
6	Системи диференціальних рівнянь. Матриця Коші (матрицант). Частинний розв'язок неоднорідної системи. Матричні степеневі ряди. Експоненціал матриці. (Тема 7)	10
7	Теорія стійкості диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь. Метод функцій Ляпунова. Автономні системи на фазовій площині. Класифікація особливих точок. (Тема 8,9)	10
8	Крайові задачі для лінійних диференціальних рівнянь. Функція Гріна. Тема 10)	22
9	Разом	86

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Системи ОДР». (Теми 3-6)

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, усної здачі індивідуальних робіт, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді семестрового контролю: іспит (проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Робота на практичних заняттях	0...2,5	7	0...17,5
Самостійна робота			
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 3 та 4			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Робота на практичних заняттях	0...2,5	7	0...17,5
Самостійна робота			
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання та захист розрахункової роботи	0...20	1	0...20
Всього за семестр (*)			0...118

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до заліку. При складанні семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з двох теоретичних та трьох практичних завдань. За кожне теоретичне питання та практичне завдання студент може отримати до 20 балів. Максимальна сума всіх балів – 100.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

знати:

- що таке диференціальне рівняння, порядок диференціального рівняння, частинний розв'язок та загальний розв'язок;
- що таке задача Коші для диференціального рівняння першого порядку;
- теорему існування та єдиності розв'язку задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку;
- види диференціальних рівнянь першого порядку;
- лінійні диференціальні рівняння вищих порядків зі сталими коефіцієнтами;
- системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами;
- елементи теорії стійкості.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

уміти:

- розв'язувати диференціальні рівняння першого порядку;
- розв'язувати задачу Коші для диференціальних рівнянь першого порядку;
- знижувати порядок диференціального рівняння там, де це можливо;
- вміти розв'язувати лінійні рівняння та системи лінійних рівнянь зі сталими коефіцієнтами;
- застосовувати знання з математичного аналізу, алгебри та теорії ймовірностей.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити індивідуальне завдання. Знати, що таке диференціальне рівняння, порядок диференціального рівняння, частинний розв'язок та загальний розв'язок, що таке задача Коші для диференціального рівняння першого порядку. Вміти розв'язувати наступні диференціальні рівняння першого порядку: з відокремлюваними змінними, однорідні та лінійні. Вміти розв'язувати диференціальні рівняння вищих порядків зі сталими коефіцієнтами. Відповіді студента розкривають суть питань без достатньої повноти і обґрунтування, або у відповідях є неправильне тлумачення окремих понять та неточність у формулюванні відповідних термінів.

Добре (75-89). Твердо знати матеріал, захистити індивідуальне завдання. Вміти складати диференціальні рівняння для прикладних задач. Розв'язувати задачі Коші та диференціальні рівняння і системи. У відповідях студента можуть допускатися окремі помилки непринципового характеру, які не впливають на розкриття суті теоретичних питань. Завдання в цілому виконуються без помилок, але в обґрунтуванні розв'язання є певні недоліки.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Курсову роботу не передбачено навчальним планом.

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 12.1. Дано деякі пояснення до таблиці.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,5 бала ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бала.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 2,5 бали за самостійно розв'язану задачу або за обґрунтовану відповідь на теоретичне питання з доведенням основних положень; 1 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача.

Самостійна робота – 1 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи за темою, зазначеною в назві роботи.

Модульний контроль проводиться на 8 і 16 тижнях на практичних заняттях.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: . Комплекс включає в себе такі обов'язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв'язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів;
- каталоги інформаційних ресурсів.

13. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, які видані в Університеті:

1.Г. К. Бахмет, А. В. Головченко, А. Г. Николаев и др. Высшая математика [Электронный ресурс]: учеб. пособие: в 4 ч. – Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015.

2.Робочий зошит. Інтегральне числення. Диференціальні рівняння. Харків, ХАІ.

3.Ніколаєв О.Г. Аналітична геометрія та лінійна алгебра. - Харків, "Основа", 2000.

4.І. В. Брисіна, О. В. Головченко, Г. І. Кошовий, О. Г. Ніколаєв та ін.

Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах: Навч. посібник для ВУЗів. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.

14. Рекомендована література

1.Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. – М.: ГИФМЛ, 1958.

2.Мышкис А.Д. Математика для втузов. Специальные курсы. – М.: Наука, 1971.

3.Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. – М.: Наука, 1973..

4. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1970.

5.Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1971.

6.Понтрягин Л.С.. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1970.

7.Лопатинский Я.Б. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – К.: Вища школа, 1984.

8.Смирнов В.И. Курс высшей математики. Том 3. Ч. 2. – М.: Наука, 1969.

9.Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление.- М.:Наука, 1969.

10.Сансоне Дж. Обыкновенные дифференциальные уравнения.т.1,2.- М.; Издательство иностранной литературы. 1953.

11. Самійленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння. – К.: Либідь, 2003.

12.Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. – М..Наука, 1967.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри k405@d4.khai.edu

