

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В. В. Павліков

(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Асимптотичний аналіз диференціальних рівнянь

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Математика та статистика»
(шифр і назва галузі)

Спеціальність: 113 «Прикладна математика»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Прикладна математика»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна

Харків 2022 рік

РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Асимптотичний аналіз диференціальних рівнянь
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 113 Прикладна математика
освітньо-наукової програми «Прикладна математика» підготовки доктора філософії

Розробник:

Професор кафедри вищої математики і
системного аналізу

д. ф.-м. н., професор В.О. Рвачов
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

Гарант ОНП

професор кафедри вищої математики
і системного аналізу

д. ф.-м. н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



С.С. Куреннов

Протокол №1 від «30» серпня 2022 р. засідання кафедри №405

Завідувач кафедри вищої математики
і системного аналізу

д. ф.-м. н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



О.Г. Ніколаєв

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників		Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма)	
Кількість кредитів – 5,5		Галузі знань: 11 «Математика і статистика» Спеціальність: 113 «Прикладна математика» Освітньо-наукова програма: Прикладна математика Рівень вищої освіти: Третій (освітньо-науковий)	Вибіркова дисципліна (перелік 3)	
Кількість модулів – 2			Навчальний рік	
Кількість змістових модулів – 2			2022/2023	
Індивідуальне завдання:			Семестр	
Загальна кількість годин – 165/101				
Кількість семестрових годин для денної форми навчання			Лекції	
Семестр 4			32 години	
			Практичні	
			32 годин	
			Лабораторні	
аудиторних- 64 год.			-	-
Самост. роботи -101 год.			Самостійна робота	
			101 година	
Семестр			Індивідуальна робота	
аудиторних –			-	-
Самост..			Вид контролю	
			Модульний контроль	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:			Семестр	
Семестр 4			Лекції	
аудиторних – 4 год.			Практичні	
Самост. роботи – 6 год.			Лабораторні	
Семестр			-	
аудиторних –			Самостійна робота	
Самост. роботи –				
			Індивідуальна робота	
			-	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/101

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння основних положень асимптотичного аналізу та їх застосування до аналізу диференціальних рівнянь.

Завдання: відпрацювання основних методів побудови асимптотичних розв'язків диференціальних рівнянь та їх застосування для одержання наближених аналітичних розв'язків задач Коші та крайових задач для звичайних диференціальних рівнянь і диференціальних рівнянь у частинних похідних.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти повинні досягти таких **компетентностей**:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері математики та статистики, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузях математики і статистики та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових фахових виданнях з та суміжних галузей.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК07. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК09. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності у сфері прикладної математики.

Програмні результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з прикладної математики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у прикладній математиці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з прикладної математики та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН08. Розуміти загальні принципи та методи прикладної математики, а також методологію наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у сфері прикладної математики та у викладацькій практиці.

2. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Основи асимптотичного аналізу

Тема1. Асимптотичні розклади та їхні властивості.

Означення асимптотичної послідовності та асимптотичного ряду. Поняття регулярних і сингулярних збурень. Єдиність асимптотичних розкладів. Оцінка похибки асимптотичних наближень.

Тема2. Приклади застосування асимптотичного аналізу.

Класифікація методів малого параметру. Порівняння збіжних і асимптотичних рядів. Розв'язання функціональних рівнянь за допомогою асимптотичних методів. Обчислення інтегралів за допомогою асимптотичних методів.

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Теорія збурень

Тема 3. Теорія регулярних збурень

Розв'язання регулярно збурених звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР). Метод малого параметру для ЗДР. Єдиність асимптотичного розкладу для ЗДР. Оцінка похибки асимптотичного наближення для ЗДР.

Тема 4. Сингулярно збурені задачі.

Розв'язання сингулярно збурених початкових задач для ЗДР. Рівняння з малим параметром при старшій похідній. Асимптотичні розклади розв'язків задачі Коши. Методи усереднення.

Модульный контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин											
	денна 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												
Змістовний модуль 1. Основи асимптотичного аналізу												
	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Тема 1. Асимптотичні розклади та їхні властивості.	39	8	6	–		25	–	–	–	–	–	–
Тема2.Приклади застосування асимптотичного аналізу.	42	8	8			26		–	–	–	–	–
Модульний контроль за темами змістовного модуля 1	2		2									
Разом за змістовним модулем 1	83	16	16	–		51	–	–	–	–	–	–
Модуль 2												

Змістовний модуль 2. Теорія збурень												
Тема3.Теорія регулярних збурень	41	8	8	–		25	–	–	–	–	–	–
Тема4. Сингулярно збурені задачі.	39	8	6			25						
Модульний контроль за темами змістовного модуля 2	2		2									
Разом за змістовним модулем 2	82	16	16	–		50	–	–	–	–	–	–
Разом за семестр	165	32	32			101						
Усього годин	165	32	32			101						

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	2	3
1	Асимптотична послідовність та асимптотичний ряд. Регулярні та сингулярні збурення. Оцінка похибки асимптотичних наближень	2
2-3	Метод малого параметру. Порівняння збіжних і асимптотичних рядів.	4
4-5	Розв'язування функціональних рівнянь за допомогою асимптотичних методів	4
6	Обчислення інтегралів за допомогою асимптотичних методів.	2
7	Розв'язання регулярно збурених звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР).	2
8	Модульний контроль	2
9-10	Метод малого параметру для ЗДР.	4
11	Єдиність асимптотичного розкладу для ЗДР. Оцінка похибки асимптотичного наближення для ЗДР.	2
12	Розв'язання сингулярно збурених початкових задач для ЗДР	2
13	Рівняння з малим параметром при старшій похідній.	2
14-15	Асимптотичні розклади розв'язків задачі Коши. Методи усереднення.	4
16	Модульний контроль	2
	Разом за семестр	32
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		

8. Самостійна робота

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

		годин
1	Асимптотичні розклади та їхні властивості. (Тема 1)	25
2	Приклади застосування асимптотичного аналізу. (Тема 2)	26
3	Теорія регулярних збурень (Тема 3) [2, заняття 2,4; 7; 12].	25
4	Сингулярно збурені задачі. (Тема 4) [2, заняття 2, 4; 7; 12].	25
5	Разом	101

9. Індивідуальні завдання

10. Методи навчання

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

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю у вигляді тестів, усної здачі індивідуальних робіт, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді семестрового контролю: іспит .

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують аспіранти

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

Семестр

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

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Робота на практичних заняттях	0...4	6	0...24
Самостійна робота	0...1	7	0...7
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Робота на практичних заняттях	0...4	6	0...24
Самостійна робота	0...1	15	0...15

Модульний контроль	0...25	1	0...25
Виконання та захист розрахункової роботи	0...10	1	0...10
Всього за семестр(*)			0...118

Якщо сума балів перевищують 100, то аспірант отримує 100 балів.

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

Білет для іспиту 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:

- матричне числення і методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- методи диференціального і інтегрального числення функцій однієї і кількох незалежних змінних;
- методи розв'язання диференціальних рівнянь;
- методи дослідження числових і функціональних рядів, рядів Фур'є;
- вміти застосовувати асимптотичні методи аналізу диференціальних рівнянь для розв'язання конкретних прикладних задач механіки та електродинаміки

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:

уміти:

- застосовувати математичний апарат в навчальному процесі і науково-дослідницькій діяльності;
- обирати асимптотичний метод, який краще відповідає поставленій задачі
- визначати межу можливих застосувань математичних методів;
- досліджувати питання коректності постановки задач та існування розв'язків.

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

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

13. Методичне забезпечення

Методичне забезпечення курсу розміщене на сайті дистанційної освіти НАУ «ХАІ»
<https://mentor.khai.edu>

14. Рекомендована література

Базова

1. Перестюк М.О., Капустян О. В, Фекета П.В., Задоянчук Н.В. Асимптотичні властивості розв'язків диференціальних рівнянь. Київ. 2015. 138 с.

2. Шкіль М.І., Лейфура В.М., Самусенко П.Ф. Диференціальні рівняння. Київ, Техніка, 2003, 369 с.
3. Шкіль М.І. Асимптотичні методи в диференціальних рівняннях. Вища школа. Київ, 1971. 226 с.
4. Павлюк І.А. Асимптотичні властивості розв'язків неавтономних систем диференціальних рівнянь другого порядку. Видавництво Київського університету. 1971. 208 с.
5. Copson E.T. Asymptotic expansions. 1965. London. CUP. 124 p.
6. Cousteix J., Mauss J. Asymptotic Analysis and Boundary Layers. Springer, Berlin, 2007, 437 p.
7. Eckhaus W. Matched asymptotic expansions and singular perturbations. North Holland, Amsterdam, 1973, 149 p.
8. Hinch E.J. - Perturbation methods- New York, Cambridge University Press (1991). 173 p.
9. Bender C.M., Orszag S.A. Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers I, Asymptotic Methods and Perturbation Theory, Springer, New York, 1999. 606 p.

Допоміжна

1. Эльсгольц Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Наука, 1969.
2. Арнольд В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Наука, 1978.
3. Ильин А.М. Согласование асимптотических разложений решений краевых задач. – М.: Наука, 1989.
4. Чезари Л. Асимптотическое поведение и устойчивость решений обыкновенных дифференциальных уравнений. – М.: Мир, 1964.
- 5.

1. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри k405@khai.edu