МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Кафедра диференціальних рівнянь, геометрії та топології

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО
" ____ " _____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Асимптотичне інтегрування лінійних диференціальних рівнянь»

Рівень вищої освіти	**третій (освітньо-науковий)**
Галузь знань	**11 Математика та статистика**
Спеціальність	**111 Математика**
Освітньо-наукова програма	**Математика**

ОНУ
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Асимптотичне інтегрування лінійних диференціальних рівнянь». – Одеса: ОНУ, 2022.

Розробники:
Євтухов В'ячеслав Михайлович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри диференціальних рівнянь, геометрії та топології

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри диференціальних рівнянь, геометрії та топології

Протокол № 4 від. " 8 " листопада 2022 р.

Завідувач кафедри _____ В'ячеслав ЄВТУХОВ

Погоджено із гарантом ОНП «Математика» В'ячеслав ЄВТУХОВ

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № 3 від. " 15 " листопада 2022 р.

Голова НМК _____ Євген СТРАХОВ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри диференціальних рівнянь, геометрії та топології

Протокол № ___ від. "____"_____20__ р.

Завідувач кафедри _____

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри диференціальних рівнянь, геометрії та топології

Протокол № ___ від. "____"_____20__ р.

Завідувач кафедри _____

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="13">Загальна кількість:

кредитів – 3

годин – 90

змістових модулів – 3</td><td rowspan="13">Галузь знань
11 Математика та статистика

Спеціальність
111 Математика

Спеціалізації:
_____
(назва)

Рівень вищої освіти:
третій
(освітньо-науковий)</td><td colspan="2">За вибором</td></tr>
<tr><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>12 год.</td><td>год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>10 год.</td><td>год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>год.</td><td>год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>68 год.</td><td>год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма підсумкового контролю:
залік</td></tr>
</table>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни: дати знання про методи дослідження асимптотичної поведінки розв'язків лінійних диференціальних рівнянь другого і вищих порядків та найбільш вагомі сучасні результати отримані у даному напрямку досліджень.

Завданнями дисципліни є ознайомлення з історичним розвитком асимптотичної теорії лінійних диференціальних рівнянь, її теоретичними здобутками та практикою їх використання для аналізу поведінки розв'язків різних типів лінійних диференціальних рівнянь.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:
Загальні компетентності:

ЗК 01. Здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних наукових досягнень.
ЗК 06. Здатність породжувати нові ідеї (креативність).

Фахові (спеціальні) компетентності:
ФК 01. Фундаментальні знання та глибоке розуміння загальних та спеціальних математичних дисциплін.
ФК 02. Здатність будувати математичні моделі для опису та подальшого аналізу явищ та процесів.
ФК 03. Здатність до переносу результатів математичних досліджень логічно формалізовувати окремі теорії та знання.
ФК 05. Здатність до постановки та вивчення нових проблем з різноманітних областей математичного знання.
ФК 08. Здатність до узагальнення відомих методів дослідження для подальшого розвитку математичних теорій.
ФК 09. Здатність до створення і використання нових методів розвитку сучасних математичних досягнень.
Здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення

Очікувані результати навчання:
ПРН 05. Вміти здійснювати аналіз поставленої задачі, працювати з літературою, обирати шляхи до вирішення проблеми, застосовувати сучасні методи дослідження, робити висновки, оцінювати отримані результати, поширювати методики дослідження на більш загальні об'єкти, а також генерувати нові ідеї та підходи для вирішення складних актуальних задач.
ПРН 11. Вміти використовувати знання обраних основних та спеціальних математичних дисциплін для вирішення наукових проблем за напрямком дисертаційного дослідження.

ПРН 12. Вміти надавати всебічну інтерпретацію тверджень, проводити їх узагальнення; відрізняти основні ідеї від деталей та технічних викладок; удосконалювати доведення.

ПРН 13. Вміти розв'язувати конкретні математичні задачі, сформульовані у термінах певної предметної області; оцінювати ступінь адекватності математичної моделі явищу, яке вона описує.

В результаті вивчення дисципліни аспірант повинен

знати: основи теорії L-діагональних систем диференціальних рівнянь, сучасні методи дослідження асимптотичної поведінки розв'язків лінійних диференціальних рівнянь другого і вищих порядків, основні відомі результати про асимптотику розв'язків лінійних диференціальних рівнянь;

вміти: самостійно опрацьовувати літературу, застосовувати отримані знання для дослідження асимптотики розв'язків практичних завдань, використовувати сучасне програмне забезпечення для розв'язування практичних задач; набувати здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

3. Зміст навчальної програми.

Змістовий модуль 1. Основний результат.

Тема 1. Історичний огляд розвитку асимптотичної теорії лінійних диференціальних рівнянь. Лема А. Пуанкаре і теореми О. Перрона , А. Вимана. Теорема Н. Левінсона для L-діагональних систем лінійних диференціальних рівнянь.

Тема 2. Основи теорії L- діагональних систем рівнянь Умова Мателя-Левінсона. Теорема Мателя Левінсона про асимптотику фундаментальної сім'ї розв'язків L- діагональної системи рівнянь . Доведення систем лінійних рівнянь з майже сталими коефіцієнтами до L-діагонального виду.

Тема 3. Теорема І.Т. Кігурадзе про асимптотику фундаментальної сім'і розв'язків лінійного диференціального рівняння n-го порядку(основний результат).

Змістовий модуль 2. Рівняння з майже сталими коефіцієнтами і з асимптотично малими коефіцієнтами.

Тема 4. Наслідки з основного результату для рівнянь з майже сталими коефіцієнтами і приклади їх застосування.

Тема 5. Наслідки з основного результату для рівнянь з асимптотично малими коефіцієнтами і приклади їх застосування.

Змістовий модуль 3. Рівняння, асимптотично еквівалентні двочленим.

Тема 6. Наслідки з основного результату для рівнянь, що є асимптотично еквівалентними до двочлених і приклади їх застосування.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.
	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Основний результат.						
Історичний огляд розвитку асимптотичної теорії лінійних диференціальних рівнянь. Лема А. Пуанкаре і теореми О. Перрона , А. Вимана. Теорема Н. Левінсона для L-діагональних систем лінійних диференціальних рівнянь.	10	1				9

Основи теорії L- діагональних систем рівнянь Умова Мателя-Левінсона. Теорема Мателя Левінсона про асимптотику фундаментальної сім'ї розв'язків L- діагональної системи рівнянь . Доведення систем лінійних рівнянь з майже сталими коефіцієнтами до L-діагонального виду.	10	1				9
Теорема І.Т. Кігурадзе про асимптотику фундаментальної сім'і розв'язків (основний результат).	10	2				8
Разом за змістовим модулем 1	30	4				26
Змістовий модуль 2. Рівняння з майже сталими коефіцієнтами і з асимптотично малими коефіцієнтами.						
Наслідки з основного результату для рівнянь з майже сталими коефіцієнтами і приклади їх застосування.	12	2	2			8
Наслідки з основного результату для рівнянь з асимптотично малими коефіцієнтами і приклади їх застосування.	18	2	3			13
Разом за змістовим модулем 2	30	4				21
Змістовий модуль 3. Рівняння, асимптотично еквівалентні двочленим.						
Наслідки з основного результату для рівнянь, асимптотично еквівалентним двочленим. іІ приклади їх застосування	30	4	5			21
Разом за змістовим модулем 3	30	4	5			21
Усього годин	90	12	10			68

5. Теми семінарських занять
Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Асимптотичне інтегрування лінійних диференціальних рівнянь з майже сталими коефіцієнтами	2
2.	Асимптотичне інтегрування лінійних диференціальних рівнянь з асимптотично малими коефіцієнтами	3
….	Асимптотичне інтегрування двочлених і асимптотично близьких до двочлених лінійних диференціальних рівнянь	5
	Разом	10

7. Теми лабораторних занять.
Лабораторні заняття не передбачені.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Історичний огляд розвитку асимптотичної теорії лінійних диференціальних рівнянь. Лема А. Пуанкаре і теореми О. Перрона , А. Вимана. Теорема Н. Левінсона для L-діагональних систем лінійних диференціальних рівнянь.	9
2	Основи теорії L- діагональних систем рівнянь Умова Мателя-Левінсона. Теорема Мателя Левінсона про асимптотику фундаментальної сім'ї розв'язків L- діагональної системи рівнянь . Доведення систем лінійних рівнянь з майже сталими коефіцієнтами до L-діагонального виду.	9
3	Теорема І.Т. Кігурадзе про асимптотику фундаментальної сім'і розв'язків (основний результат).	8
4	Наслідки з основного результату для рівнянь з майже сталими коефіцієнтами і приклади їх застосування.	8
5	Наслідки з основного результату для рівнянь з асимптотично малими коефіцієнтами і приклади їх застосування.	13
6	Наслідки з основного результату для рівнянь, асимптотично еквівалентним двочленим. іІ приклади їх застосування	21
	Разом	68

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

1. Структура – короткі повідомлення оформлюються на папері (2-3 сторінки) або у вигляді короткої презентації із використанням застосунків для створення презентацій. Друкований текст –14 кегль, інтервал 1,5, Times New Roman. Вимогою до презентації є яскравість, інформативність, презентабельність (5-7 слайдів для короткого повідомлення). Усі матеріали мають супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

2. Критерії для оцінювання:

– своєчасність виконання;

– самостійність виконання (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються);

– повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень;

– творчий підхід до постановки і реалізації завдання;

– відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, мовна грамотність, якість оформлення тощо).

– вміння застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних завдань.

3. Критерії щодо виконання та оцінювання ІНДЗ співпадають із критеріями оцінювання самостійної роботи.

Для самостійної роботи здобувачі можуть використовувати джерела та ресурси, вказані у п. 13-15.

9. Методи навчання

Метод проблемного викладення (наукового пошуку)

Пояснювально-ілюстративні методи:

- лекція
- пояснення
- інструктаж
- самостійне опрацювання літературних джерел
- робота з електронними конспектами лекцій та презентаціями

Інформаційно – повідомляючий метод

Наочні методи(презентації, ілюстрації)

Репродуктивні методи:

- закріплення вивченого на основі зразка (побудова моделей, розв'язування задач)
- розв'язування задач за алгоритмами конкретних методів
- вправи
- практичні роботи

Дослідницький метод

Методи формування і стимулювання пізнавальної діяльності:

- пізнавальні ігри
- навчальні дискусії
- аналіз життєвих ситуацій

10. Методи контролю

Методи усного контролю:

- фронтальне і індивідуальне усне опитування

Методи письмового контролю:

- письмові самостійні і контрольні роботи
- тести

11. Питання для підсумкового контролю

1. Умова Мателя-Левінсона і теорема Мателя-Левінсона про асимптотику фундаментального сім'я розв'язків L-діагональної системи лінійних диференціальних рівнянь
2. Умови приведення систем лінійних диференціальних рівнянь з майже сталими коефіцієнтами до L-діагонального виду
3. Основна теорема про асимптотику фундаментального сім'я розв'язків лінійного

диференціального рівняння n-го порядку.

4. Теореми про асимптотику розв’язків рівнянь з майже сталими коефіцієнтами.
5. Теореми про асимптотику розв’язків рівнянь з асимптотично малими коефіцієнтами.
6. Теореми про асимптотику розв’язків двочленних рівнянь і рівнянь, що є асимптотично близькими до двочленних.
7. . Приведення лінійних диференціальних рівнянь другого порядку до двочленного виду
8. Дослідження асимптотики розв’язків лінійних диференціальних рівнянь другого порядку в особливих випадках.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота						Сума балів
ЗМ 1			ЗМ 2		ЗМ 3	
Т 1	Т 2	Т3	Т 4	Т5	Т 6	
10	10	10	15	15	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90–100	**A**	відмінно	зараховано
85–89	**B**	добре	
75–84	**C**		
70–74	**D**	задовільно	
60–69	**E**		
35–59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

ЗАГАЛЬНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Відмінно/ зараховано	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
Добре/ зараховано	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість практичних завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
Задовільно /зараховано	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину практичних завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.

Незадовільно з можливістю повторного складання / не зараховано з можливістю повторного складання	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки складно; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі практичні завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
Незадовільно/не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни/	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

13. Навчально-методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни; навчально-методичні матеріали для лекцій з електронних інформаційних ресурсів; плани практичних занять; методичні рекомендації викладача щодо самостійного вивчення дисципліни;

- Перестюк М.О., Капустян О.В., Фекета П.В, Задоянчук Н.В. Асимптотичні властивості розв'язків диференціальних рівнянь. Навчальний посібник. Київ, 2015, 135 с. www.diffeq.univ.kiev.ua › download › asymptmethods;
- Самойленко А.М., Перестюк М.О., Кривошея С.А. Диференціальні рівняння в задачах. Навчальний посібник. Київ, Либідь, 2003, 502 с.
- Matell M. Asymptotiche Eigenschaften gewisser linearer Differentialgleichungen. -- Uppsala, 1924. -- Appelbergs Boktryckeri Actiebolag. -- 67 s.

14. Рекомендована література

Основна

1. Kiguradze I.T., Chanturia T.A Asymptotic properties of solutions of nonautonomous ordinary differential equations. Mathematics and its application (Mass volume 89).
2. Євтухов В.М. Асимптотичні зображення розв'язків неавтономних звичайних диференціальних рівнянь. Автореферат дис. докт. фіз-иат наук. Київ. 1997.
3. Hartman P. Ordinary differential equations John Hopkins and Sons, Inc New York London Sydney, 1964
4. Coddington E.A, Levinson N. Theory of ordinary differential equations. New York Toronto London 1955.
5. Sansone G. Equazini differenziali nel campo reali parte seconda Seconda edizione4 BOLOGNA, 1949.

Додаткова

1. Bellman R. Stability Theory of differential equations New York Toronto London 1953.
2. И.М.Рапопорт, Асимптотические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Изд. АН УССР, Киев. - 1954. - 290с.
3. Copell W.A. Stability and asymptotic behavior of differential equations.- - DC. Heath and Company Boston. 1965. 155 p.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. http://nbuv.gov.ua/ – Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;

2. http://www.dnpb.gov.ua/ – Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського;
3. http://korolenko.kharkov.com/ – Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В.Г. Короленка;
4. http://www.osvita.org.ua/ – Освітній портал – освіта в Україні, освіта за кордоном;
5. https://www.e-booksdirectory.com/mathematics.php - Сайт математичної літератури