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

«Коливність та неколивність розвязків лінійних диференціальних рівнянь другого порядку»

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 «Коливність та неколивність розв'язків лінійних диференціальних рівнянь другого порядку». – 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>2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3</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 коливні та неколивні лінійні диференціальні рівняння другого порядку, методи дослідження на коливність і неколивність розв'язків таких рівнянь.

Завданнями дисципліни є ознайомлення з історичним розвитком напрямку досліджень на коливність і неколивність лінійних диференціальних рівнянь другого порядку, його теоретичними здобутками та навчитися використовувати отримані у даному напрямку результати для аналізу поведінки розв'язків різних типів лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

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.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

основні типи перетворень лінійних рівнянь другого порядку, що використовуються при дослідженнях на коливність і неколивність, основні результати: леми Штурма, Теореми порівняння Штурма для двочлених і самоспряжених лінійних рівнянь, теорему Кнезера, Критерій Бохера рівняння без спряжених точок, критерій Раба коливності рівняння, теореми про асимптотину поведінку нулів і екстремумів коливних розв'язків тощо.

вміти:

здійснювати аналіз лінійних диференціальних рівнянь другого порядку на предмет встановлювання їх коливності чи неколивності; застосовувати теореми порівняння Штурма, Кнезера, Бохера і Раба для встановлення коливності, або неколивності рівняння; встановлювати асимптотичну поведінку послідовності нулів і екстремумів коливних розв'язків рівнянь другого порядку; отримувати за допомогою перетворень найбільш зручні для дослідження лінійні диференціальні рівняння другого порядку; набувати здатність до безперервного саморозвитку та самовдосконалення.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Типи лінійних диференціальних рівнянь другого порядку і їх перетворення до двочленого, або самоспряженого виду.

Тема 1. Загальні перетворення

Тема 2. Перетворення спеціального виду: перетворення Вонга, перетворення Ліувіля перетворення, що пов'язано з похідною Шварца, перетворення Куммера, перетворення Ріккаті, перетворення Боля,, перетворення Прюфера, варіація сталих.

Змістовий модуль 2.

Основні положення про коливні та неколивні лінійні диференціальні рівняння другого порядку.

Тема 3. Означення коливного і неколивного розв'язку. Лема про точки згущення нулів нетривіальних розв'язків. Лема Штурма і лема про відокремлення нулів нетривіального розв'язку.

Тема 4. Теореми порівняння Штурма для двочлених і самоспряжених рівнянь. Теорема Кнезера

Змістовий модуль 3.

Основні результати про коливність і неколивність лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

Тема 5. Критерій Бохера рівняння без спряжених точок і наслідок (теорема Хартмана)

Тема 6. Критерій Раба коливності лінійного самоспряженого диференціального рівняння другого порядку і наслідки з нього.

Тема 7. Асимптотична поведінка послідовності нулів і послідовності екстремумів коливних розв'язків лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

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. **Типи лінійних диференціальних рівнянь другого порядку і їх перетворення до двочленого, або самоспряженого виду.**						
Загальні перетворення	8	1	1			6
Перетворення спеціального виду: перетворення Вонга, перетворення Ліувіля перетворення, що пов'язано з похідною Шварца, перетворення Куммера, перетворення Ріккаті, перетворення Боля,, перетворення Прюфера, варіація сталих.	22	2	3			17
Разом за змістовим модулем 1	30	3	4			23
Змістовий модуль 2. **Основні положення про коливні та неколивні лінійні диференціальні рівняння другого порядку.**						
Означення коливного і неколивного розв'язку. Лема про точки згущення нулів нетривіальних розв'язків. Лема Штурма і лема про відокремлення нулів нетривіального розв'язку.	8	2				6
Теореми порівняння Штурма для двочлених і самоспряжених рівнянь. Терема Кнезера	22	2	2			18
Разом за змістовим модулем 2	30	4	2			24
. **Змістовий модуль 3.** **Основні результати про коливність і неколивність лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.**						
Критерій Бохера рівняння без спряжених точок і наслідок (теорема Хартмана	12	1	1			10
Критерій Раба коливності лінійного самоспряженого диференціального рівняння другого порядку і наслідки з нього	6	2	1			3
Асимптотична **п**оведінка послідовності нулів і послідовності екстремумов коливних розв'язків лінійних диференціальних рівнянь другого порядку	12	2	2			8
Разом за змістовим модулем 3	30	5	4			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.	Загальні перетворення	1
2.	Перетворення спеціального виду	3
3.	Теореми порівняння Штурма для двочлених і самоспряжених рівнянь. Терема Кнезера	2
4	Критерій Бохера рівняння без спряжених точок і наслідок (теорема Хартмана	1
5	Критерій Раба коливності лінійного самоспряженого диференціального рівняння другого порядку і наслідки з нього	1
Разом		10

7. Теми лабораторних занять.
Лабораторні заняття не передбачені.

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Загальні перетворення	6
2	Перетворення спеціального виду	17
4	Означення коливного і неколивного розв'язку. Лема про точки згущення нулів нетривіальних розв'язків. Лема Штурма і лема про відокремлення нулів нетривіального розв'язку.	6
5	Теореми порівняння Штурма для двочлених і самоспряжених рівнянь. Терема Кнезера	18
6	Критерій Бохера рівняння без спряжених точок і наслідок (теорема Хартмана	10
7	Критерій Раба коливності лінійного самоспряженого диференціального рівняння другого порядку і наслідки з нього	3
8	Асимптотична поведінка послідовності нулів і послідовності екстремумів коливних розв'язків лінійних диференціальних рівнянь другого порядку	8
	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

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. Загальні і спеціальні перетворення лінійних однорідних диференціальних рівнянь другого порядку до двочленого, або самоспряженого виду.
2. Означення коливного і неколивного розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку.
3. Лема Штурма і лема про відокремлювання нулів нетривіального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку
4. Теореми порівняння Штурма для двочлених і самоспряжених рівнянь
5. Теорема Кнезера. І приклади її застосування.
6 . Критерій Бохера рівняння без спряжених точок і наслідки із нього. Приклади рівнянь без спряжених точок.
5. Критерій Раба коливності лінійного однорідного самоспряженого диференціального рівняння другого порядку. Приклади коливних і неколивних рівнянь.
6. Теореми про асимптотичну поведінку послідовності нулів і послідовності екстремумів коливних розв'язків лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Приклади їх застосування.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота							Сума балів
ЗМ 1		ЗМ 2		ЗМ 3			
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	
15	15	15	15	10	15	15	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	
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.
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
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	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.	суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
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.
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, а також:

1. Євтухов В.М. Конспект лекцій з теорії лінійних диференціальних рівнянь другого порядку.

2. М.О. Перестюк, М.Я. Свіщук Збірник задач з диференціальних рівнянь. Навчальний посібник. Київ. Либідь.1997.189с.

14. Рекомендована література

Основна

1. Самойленко А.М., Перестюк М.О.Кривошея С.А . Диференціальні рівняння в задачах. Навчальний посібник. Київ, Либідь, 2003, 502с.

2. Hartman P. Ordinary differential equations John Hopkins and Sons, Inc New York London Sydney, 1964

3. Coddington E.A, Levsnson N. New YorkToronto London 1955.

4. Sansone G. Equazini differenziali nel campo reali parte seconda Seconda edizione BOLOGNA, 1949.

Додаткова

1. Bellman R. Stability Theory of differential equations New York Toronto London 1953.

2. Rab M. Kriterien fur die oscillation der Losungen der Differentialgleichung $\left(p(t)y'\right)' + q(t)y = 0$. Casopis pro pest. Math. 1959, roc 84. Praha.

3. Willett D. Classification of second order linear differential equations with respect to oscillations. Advances in Math, 1969, v. 3. P.594-623.

4. Wong J.S.W. Oscillation and nonoscillation of solutions of second order linear differential equations with integreable coefficients. Trans. Amer. Math. 1969, v. 144, P197-215.

5. Heil E. On an oscillation criterion of Hartman, Wintner and Potter. Archivum Math. 1979. V.15, N 2. P. 81-91.

6. Kiguradze I.T., Chanturia T.A Asymptotic properties of solutions of nonautonomous ordinary differential equations. Mathematics and its application (Mass volume 89).

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. https://www.e-booksdirectory.com/mathematics.php - Сайт математичної літератури