

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ І МЕХАНІКИ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Директор ІПММ НАН України
Чл.-кор. НАН України
Скрипнік І.І.
Всереско 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Крайові задачі з імпульсним впливом

**підготовки здобувачів ступеня вищої освіти
третій (освітньо-науковий)
доктора філософії**

галузь знань 11 Математика та статистика

спеціальність 111 Математика

Черкаси – 2022 р.

Робоча навчальна програма навчальної дисципліни «Крайові задачі з імпульсним впливом» для здобувачів наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 111 Математика.

Розробники:

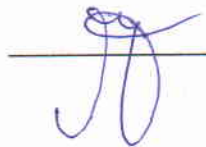
Чуйко С.М., завідувач кафедри математики та інформатики ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», доктор фізико-математичних наук, професор

Несмелова О.В., заступник директора з наукової роботи Інституту прикладної математики і механіки НАН України, доктор фізико-математичних наук, доцент

Робочу програму схвалено на засіданні відділу нелінійного аналізу та рівнянь математичної фізики

Протокол № 2 від 25.09 2022 року.

Завідувач відділу



І.І. Скрипнік

Схвалено Науково-методичною радою Інституту прикладної математики і механіки НАН України

Протокол № 4 від 30 вересня 2022 року.

Голова науково-методичної ради



О.В. Несмелова

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів - 4	Галузь знань: 11 Математика та статистика	Вибіркова	
Загальна кількість годин – 120	Спеціальність: 111 Математика	Рік підготовки:	
		1-й	
		Семестр	
		2-й	3-й
		Лекції	
Тижневих годин: аудиторних – 1,5 самостійної роботи – 1,5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: доктор філософії	28 год.	
		Практичні	
		28 год.	
		Самостійна робота	
		64 год.	
		Вид контролю: іспит	

2. Мета, завдання та очікувані результати навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни «Крайові задачі з імпульсним впливом» є ознайомлення аспірантів з основними теоретичними положеннями сучасної теорії імпульсних крайових задач, оволодіння навичками якісного дослідження та чисельного розв'язання імпульсних крайових задач.

Завдання навчальної дисципліни: є оволодіння основними поняттями та твердженнями сучасної теорії імпульсних крайових задач, оволодіння методами дослідження та побудови розв'язків крайових задач з імпульсним впливом.

Очікувані результати навчальної дисципліни

Загальні компетентності:

1. Аналіз і синтез. Здатність до аналізу та синтезу на основі логічних аргументів та перевірених фактів; навички управління інформацією (уміння знаходити та аналізувати інформацію з різних джерел) (ЗК 1).

2. Дослідницька здатність. Компетентності ініціювати, виконувати та здійснювати управління науковими проєктами (індивідуально або в науковій групі), які приводять до отримання нових знань, складати пропозиції щодо фінансування наукових досліджень; здатність застосовувати знання на практиці (ЗК 2).

3. Гнучкість мислення. Набуття гнучкого способу мислення, який дає можливість зрозуміти й розв'язати проблеми та задачі, зберігаючи при цьому критичне відношення до усталених наукових концепцій (ЗК 3).

4. Комунікативні навички. Здатність ефективно спілкуватися із спеціальною та загальною аудиторіями, а також представляти складну інформацію у зручній та зрозумілій спосіб усно і письмово, використовуючи відповідну технічну лексику та методи; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; здатність спілкуватися рідною та другою іноземною мовою як усно, так і письмово (ЗК 6).

5. Міжнародний кругозір. Здатність працювати в міжнародному середовищі, ставитися із повагою до національних та культурних традицій, способів роботи інших членів групи (ЗК 7).

6. Популяризаційні навички. Вміння спілкуватися із нефахівцями; здатність провести усну презентацію та написати зрозумілу статтю за результатами проведених досліджень, а також щодо сучасних концепцій у математиці для нефахівців у цій галузі (ЗК 8).

7. Етичні установки. Етика поведінки в наукових дослідженнях; турбота про якість результату (ЗК 11).

8. Особисті якості. Здатність до навчання, саморозвитку та самовдосконалення протягом життя; визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК 12).

Фахові компетентності:

1. Здатність застосовувати сучасну методологію, загальні та спеціальні методи наукового дослідження за спеціальністю та обраною спеціалізацією (ФК 2).
2. Здатність логічно мислити, формулювати, строго доводити та перевіряти правильність математичних тверджень (ФК 4).
3. Здатність здійснювати теоретичні дослідження математичних задач з використанням спеціальних математичних пакетів та аналізувати отримані дані (ФК 7).
4. Оволодіння основними поняттями, підходами та принципами сучасних розділів функціонального аналізу, рівнянь математичної фізики та теорії диференціальних рівнянь, застосування абстрактних методів при розв'язанні задач (ФК 12);
5. Оволодіння сучасними методами теорії граничних задач, теорії узагальнених функцій, теорії операторів (ФК 13).
6. Оволодіння спеціальними розділами та методами досліджень теорії функціонального аналізу та теорії диференціальних рівнянь, набуття умінь ефективно застосовувати їх для аналізу складних систем та явищ (ФК 14).

Програмні результати навчання:

1. Знати та розуміти традиційні та передові тенденції в галузі математики, етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, формування поглибленої системи наукових знань за напрямом досліджень (РН-1).
2. Знати основні принципи, форми та методи проведення наукових досліджень в галузі математики, володіти математичним апаратом в об'ємі, достатньому для професійної діяльності (РН-3).
3. Вміти за допомогою теоретичного математичного апарату досліджувати різноманітні природні явища та процеси, проводити аналіз впливу на них різних факторів, а також вивчати взаємодію між явищами з метою отримання переконливо доведених і корисних фундаментальних та практичних результатів (РН-5).
4. Здійснювати професійну письмову й усну комунікацію українською та іноземними мовами. Уміти працювати зі спеціальною літературою та наукометричними базами даних, в тому числі іноземною мовою (РН-8).
5. Вміти організувати неперервний власний саморозвиток і самовдосконалення, набуття гнучкого способу мислення при творчому дослідженні, в тому числі прикладних математичних проблем (РН-10).
6. Вміти формулювати наукові проблеми з огляду на цінні стін орієнтири сучасного суспільства та стану її поточного дослідження (РН-11).
7. Розв'язувати фундаментальні та прикладні задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів,

знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями, будувати та досліджувати нові математичні моделі (РН-12).

8. Знати теоретичні основи і застосовувати методи сучасної теорії диференціальних рівнянь та теорії нелінійних коливань для розв'язування фундаментальних та прикладних задач (РН-16).

9. Знати теоретичні основи і застосовувати методи сучасної наукової теорії функціонального аналізу, основні властивості диференціальних операторів, узагальнених функцій і вміння ефективно застосовувати їх для синтезу і аналізу складних систем та явищ (РН 17).

10. Знати теоретичні основи і застосовувати методи теорії граничних задач для диференціальних рівнянь (РН 18).

За результатами вивчення навчальної дисципліни здобувач доктора філософії повинен:

знати:

- основні етапи історичного розвитку теорії імпульсних крайових задач;
- знати основні поняття та методи теорії крайових задач з імпульсним впливом;
- умови розв'язності та схему побудови розв'язків крайових задач з імпульсним впливом.

вміти:

- досліджувати і розв'язувати крайові задачі з імпульсним впливом різних видів;
- знаходити оператор Гріна та нормальну фундаментальну матрицю;
- застосовувати теоретичні знання і практичні навички, використовуючи вивчений матеріал, додаткову та довідникову літературу та приймати на їх основі обґрунтовані рішення.

3. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ до теорії імпульсних крайових задач.

Тема 2. Задачі, які приводять до імпульсних крайових задач. Некоректно поставлені лінійні крайові задачі. Означення коректності за Адамаром.

Тема 3. Біфуркація розв'язків лінійних крайових задач.

Тема 4. Лінійні однорідні системи з невиродженим імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.

Тема 5. Лінійні неоднорідні системи з невиродженим імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.

Тема 6. Лінійні неоднорідні періодичні задачі з невиродженим імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.

Тема 7. Лінійні однорідні крайові задачі з невиродженим імпульсним впливом.

Тема 8. Лінійні однорідні системи з виродженим імпульсним впливом.

Тема 9. Лінійні однорідні крайові задачі з виродженим імпульсним впливом.

Тема 10. Лінійні неоднорідні системи з виродженим імпульсним впливом.

Тема 11. Узагальнений оператор Гріна лінійної крайової задачі з виродженим імпульсним впливом.

Тема 12. Лінійні крайові задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”.

Тема 13. Біфуркація розв'язків лінійної крайової задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”.

Тема 14. Стійкість розв'язків лінійної крайової задачі з імпульсним впливом.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва теми	Кількість годин			
	Усього	у тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1	2	3	4	5
Тема 1. Вступ до теорії імпульсних крайових задач.	8	2	2	4
Тема 2. Задачі, які приводять до імпульсних крайових задач. Некоректно поставлені лінійні крайові задачі. Означення коректності за Адамаром.	8	2	2	4
Тема 3. Біфуркація розв'язків лінійних крайових задач.	8	2	2	4
Тема 4. Лінійні однорідні системи з невиродженим імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.	8	2	2	4
Тема 5. Лінійні неоднорідні системи з невиродженим імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.	8	2	2	4
Тема 6. Лінійні неоднорідні періодичні задачі з невиродженим імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.	8	2	2	4
Тема 7. Лінійні однорідні крайові задачі з невиродженим імпульсним впливом.	9	2	2	5
Тема 8. Лінійні однорідні системи з виродженим імпульсним впливом.	9	2	2	5
Тема 9. Лінійні однорідні крайові задачі з виродженим імпульсним впливом.	9	2	2	5
Тема 10. Лінійні неоднорідні системи з виродженим імпульсним впливом.	9	2	2	5
Тема 11. Узагальнений оператор Гріна лінійної крайової задачі з виродженим імпульсним впливом.	9	2	2	5
Тема 12. Лінійні крайові задачі з імпульсним впливом типу "interface conditions".	9	2	2	5
Тема 13. Біфуркація розв'язків лінійної крайової задачі з імпульсним впливом типу "interface conditions".	9	2	2	5
Тема 14. Стійкість розв'язків лінійної крайової задачі з імпульсним впливом.	9	2	2	5
Усього годин	90	28	28	64

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дослідження задач, які приводять до імпульсних крайових задач. Некоректно поставлені лінійні крайові задачі.	2
2.	Знаходження біфуркації розв'язків лінійних крайових задач.	2
3.	Дослідження лінійної однорідної системи з невикористаним імпульсним впливом у фіксовані моменти часу. Знаходження нормальної фундаментальної матриці.	2
4.	Дослідження лінійної неоднорідної системи з невикористаним імпульсним впливом у фіксовані моменти часу. Знаходження оператора Гріна задачі Коші.	2
5.	Дослідження лінійної неоднорідної періодичної задачі з невикористаним імпульсним впливом у фіксовані моменти часу. Знаходження оператора Гріна періодичної задачі з невикористаним імпульсним впливом.	2
6.	Дослідження лінійної однорідної крайової задачі з невикористаним імпульсним впливом.	2
7.	Узагальнений оператор Гріна крайової задачі з невикористаним імпульсним впливом.	2
8.	Дослідження лінійної однорідної системи з використаним імпульсним впливом. Знаходження нормальної фундаментальної матриці.	2
9.	Дослідження лінійної неоднорідної системи з використаним імпульсним впливом. Знаходження оператора Гріна задачі Коші.	2
10.	Дослідження лінійної неоднорідної періодичної задачі з використаним імпульсним впливом. Знаходження оператора Гріна періодичної задачі з використаним імпульсним впливом.	2
11.	Дослідження лінійної однорідної крайової задачі з використаним імпульсним впливом. Знаходження узагальненого оператора Гріна лінійної крайової задачі з використаним імпульсним впливом.	2
12.	Дослідження лінійної крайової задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”. Знаходження нормованої фундаментальної матриці.	2
13.	Знаходження узагальненого оператора Гріна лінійної крайової задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”.	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
14.	Стійкість розв'язків лінійної крайової задачі з імпульсним впливом.	2
	Разом	28

6. Теми для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження М.М. Боголюбовим моделі анкерного механізму годинника.	10
2	Наукові добробки М.О. Крилова, М.М. Боголюбова, А.Д. Мишкіса, С. Швабіка, А.М. Самойленка та М.О. Перестюка	10
3	Квазіперіодичні та майже періодичні розв'язки лінійної крайової задачі з імпульсним впливом.	10
4	Лінійні диференціально-алгебраїчні крайові задачі з імпульсним впливом типу "interface conditions".	10
5	Узагальнений оператор Гріна лінійної диференціально алгебраїчні крайової задачі з імпульсним впливом типу "interface conditions".	12
6	Розв'язки лінійної диференціальної системи з імпульсним впливом на гіперплощині у не фіксовані моменти часу. Загибель траєкторій за Вожелем.	12
	Разом	64

7. Методи навчання

При викладанні навчальної дисципліни «Крайові задачі з імпульсним впливом» використовуються такі методи навчання:

1. Пояснювально-ілюстративний метод. Аспіранти здобувають знання, слухаючи лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

2. Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, шукають додаткову інформацію та виконують інші пошукові дії, після чого оброблюють отриману інформацію та роблять відповідні висновки. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше.

3. Проблемно-пошуковий, основа якого полягає в утворенні у навчальному процесі пошукових ситуацій. Цей метод навчання розвиває активність, самостійність, творчі здібності.

8. Методи контролю

Використовуються наступні методи контролю:

1. Поточний контроль знань:
 - усне опитування;
 - виконання практичних робіт;
 - виконання контрольних робіт;
 - виконання дослідницьких завдань.
2. Підсумковий контроль знань (іспит):
 - екзаменаційні білети.

9. Критерії оцінювання результатів навчання

Розподіл балів, які отримує аспірант

Аудиторна робота															Самостійна Робота	Підсумковий контроль (іспит)	Загальна кількість отриманих балів
теми																	
T1	T2	T3	T4	T5	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14			
2 б.	2 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	3 б.	20	40	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою
	для іспиту
90-100	«відмінно» - здобувач повно і всебічно розкриває питання теми, вільно оперує поняттями і термінологією, демонструє глибокі знання джерел, має власну точку зору стосовно відповідної теми і може аргументовано її доводити
75-89	«добре» - загалом рівень знань здобувачів відповідає викладеному вище, але мають місце деякі упущення при виконанні завдань, обґрунтування неточні, не підтверджуються достатньо обґрунтованими доказами
60-74	«задовільно» - здобувач розкрив питання, в загальних рисах, розуміє їх суть, намагається робити висновки, але при цьому припускається грубих помилок, матеріал викладає нелогічно і не самостійно

35-59	«незадовільно» - з можливістю повторного складання, здобувач не в змозі дати відповідь на поставлене запитання або відповідь неправильна, не розуміє суті питання, не може зробити висновки
0-34	«незадовільно» - з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

10. Орієнтовний перелік питань до підсумкового контролю (іспиту)

1. Історія розвитку теорії імпульсних крайових задач.
2. Науковий доробок М.О. Крилова та М.М. Боголюбова.
3. Науковий доробок А.Д. Мишкіса та С. Швабіка.
4. Науковий доробок А.М. Самойленка та М.О. Перестюка.
5. Задачі, які приводять до імпульсних крайових задач.
6. Некоректно поставлені лінійні крайові задачі. Означення коректності за Адамаром.
7. Біфуркація розв'язків лінійних крайових задач.
8. Дослідження М.М. Боголюбовим моделі анкерного механізму годинника.
9. Лінійні однорідні системи з невинордженням імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.
10. Нормальна фундаментальна матриця.
11. Лінійні неоднорідні системи з невинордженням імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.
12. Оператор Гріна задачі Коші.
13. Лінійні неоднорідні періодичні задачі з невинордженням імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.
14. Оператор Гріна періодичної задачі з невинордженням імпульсним впливом.
15. Лінійні однорідні крайові задачі з невинордженням імпульсним впливом.
16. Узагальнений оператор Гріна періодичної задачі з невинордженням імпульсним впливом у фіксовані моменти часу.
17. Узагальнений оператор Гріна крайової задачі з невинордженням імпульсним впливом.
18. Лінійні однорідні системи з винордженням імпульсним впливом. Нормальна фундаментальна матриця.
19. Лінійні неоднорідні системи з винордженням імпульсним впливом. Оператор Гріна задачі Коші.
20. Лінійні неоднорідні періодичні задачі з винордженням імпульсним впливом. Оператор Гріна періодичної задачі з винордженням імпульсним впливом.
21. Лінійні однорідні крайові задачі з винордженням імпульсним впливом. Узагальнений оператор Гріна періодичної задачі з винордженням імпульсним впливом.

22. Узагальнений оператор Гріна лінійної крайової задачі з виродженим імпульсним впливом.
23. Лінійні крайові задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”. Нормована фундаментальна матриця.
24. Узагальнений оператор Гріна лінійної крайової задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”.
25. Біфуркація розв’язків лінійної крайової задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”.
26. Стійкість розв’язків лінійної крайової задачі з імпульсним впливом.
27. Квазіперіодичні та майже періодичні розв’язки лінійної крайової задачі з імпульсним впливом.
28. Лінійні диференціально алгебраїчні крайові задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”. Нормована фундаментальна матриця.
29. Узагальнений оператор Гріна лінійної диференціально алгебраїчної крайової задачі з імпульсним впливом типу “interface conditions”.
30. Розв’язки лінійної диференціальної системи з імпульсним впливом на гіперплощині у не фіксовані моменти часу. Загибель траєкторій за Вожелем.

11. Рекомендована література

Основна література дисципліни

1. Бойчук А.А., Журавлев В.Ф., Самойленко А.М. Обобщенно-обратные операторы и нетеровы краевые задачи. – Киев: Ин-т математики НАН Украины, – 1995. -318 с.
2. Бойчук А.А., Чуйко С.М. Лекции по теории линейных краевых задач. – Слов’янськ: 2005. – 52 с.
3. Бойчук О.А., Чуйко С.М. Конструктивні методи аналізу крайових задач теорії нелінійних коливань. – Слов’янськ. – Вид. Б.І. Маторіна. – 2021. – 412 с.
4. Чуйко С. М. Лекції з теорії імпульсних крайових задач. Друге видання. – Слов’янськ: – 2010. – 210 с.
5. Чуйко С.М. Лекции по теории линейных матричных уравнений. – Славянск. – 2014. –107 с.
6. Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А. Матрицы и вычисления. М.: Наука. – 1984. – 318 с.
7. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.: Наука. – 1988. -552 с.
8. Гукенхеймер Дж., Холмс Ф. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей. М.: Ижевск. – 2002. – 560 с.
9. Кублановская В. И. О вычислении обобщенной обратной матрицы и проектора // ЖВММФ. – 1966. – №2. 6. С. 326 - 332.
10. Ланкастер П. Теория матриц. – М.: Наука. – 1978. – 280 с.
11. Чуйко С.М. Практикум з теорії лінійних крайових задач. – Слов'янськ: Вид. Б.І. Маторіна. – 2020. – 236 с.

12. Boichuk A.A. Generalized inverse operators and Fredholm boundary-value problems / A.A. Boichuk, A.M. Samoilenko. – Utrecht; Boston:VSP, 2004. – XIV.317p.

13. Samoilenko A.M. Impulsive Differential Equations. (World Scientific Series on Nonlinear Science, Ser.A,Vol.14) / A.M.Samoilenko, N.A.Perestyuk. – Singapore: World Scientific Publishing Co., 1995. – x+462p.

14. Pignani T.J. differential Systems with Interface and General Boundary Conditions / T.J.Pignani, W.M.Whyburn // F.Elisha Mitchell Sci.Sco. – 1956. – №72. – P.1 -14

15. Pandit S.G. Differential systems involving impulses. Lecture Notes in Mathematics / S.G. Pandit, S.G. Deo. – Berlin-New York: Springer-Verlag, 1982. – 102p.

16. Conti R.On ordinary differential equation with interface conditions / R.Conti // Journ.of Diff.Eq. – 1968. – V.4, №1. – P.4 – 11.

Допоміжна

17. Богач І.В., Краковецький О.Ю., Крилик Л.В. Чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь засобами MathCAD: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ. – 2020. – 106 с.

18. Каленюк П.І., Костробій П.П., Нитребич З.М., Тацій Р.М., Рудавський Ю.К., Андрусак І.В., Бобик І.О., Зашкільняк І.М., Олексів І.Я., Стасюк М.Ф. Збірник задач з диференціальних рівнянь. Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки. – 2016. – 236 с.

19. Килимник І.М., Яримбаш Д.С. Диференціальні рівняння. Навчальний посібник. – Запоріжжя. – Запорізький національний технічний університет. – 2018. – 102 с.

20. Эйлер Л. Введение в анализ бесконечных. Т 1. – М.: Изд. АН СССР. - 1961. - 316 с.

21. Эйлер Л. Введение в анализ бесконечных. Т 2. – М.: Изд. АН СССР. - 1961. - 392 с.

22. BoicukA., Cuiko S., RuzickovaM. Linearne okrajove ulohy. – Zilina: EDIS-vydavatel'stvo ZU, 2013. – 177 p.