

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ Кафедра інтегральних та диференціальних рівнянь



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник
декана
з навчальної роботи
Харитонов О.М.

« 31 » серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Аналітико-геометричні методи аналізу нелінійних диференціальних рівнянь для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	111 «Математика»
освітній рівень	другий (магістр)
освітньо-наукова програма	«Математика»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Парасюк І.О., д.ф.-м.н, професор, завідувач кафедри геометрії, топології та динамічних систем, Капустян О.В., д.ф.-м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

Пролонговано: на 2021/2022 н.р. (О.М. Харитонов) «31» серпня 2021 р.
на 20 / 20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 20 20

Розробники: Парасюк І.О., д.ф.-м.н, професор, завідувач кафедри геометрії, топології та динамічних систем, Капустян О.В., д.ф.-м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь



Зав. кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

Перестюк М.О.

(підпис)

Протокол № 1 від 27.08.2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від "31" 08 2020 року № 1

Голова науково-методичної комісії

д.ф.-м.н. Олійник А.С.

1. Мета дисципліни – ознайомлення з сучасним математичним апаратом теорії диференціальних рівнянь, оволодіння базовими теоретичними та практичними аналітико-геометричними методами локального та нелокального аналізу широких класів векторних полів та систем диференціальних рівнянь, характерними прикладами застосувань цих методів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни

1. Знати основні поняття, факти і теореми математичного аналізу, теорії груп, теорії диференціальних рівнянь, загальної топології, диференціальної геометрії та диференціальної топології

2. Вміти активно використовувати та творчо застосовувати зазначені вище знання в процесі опрацювання матеріалу курсу «Аналітико-геометричні методи аналізу нелінійних диференціальних рівнянь», аналізу низки об'єктів теорії нелінійних диференціальних рівнянь

3. Володіти елементарними навичками дослідження фазових портретів лінійних автономних систем на площині, побудови ряду Тейлора гладкого відображення, аналізу властивостей окремих типів нелінійних відображень в евклідовому просторі, застосування принципу Банаха про відображення стиску, розкладу евклідового простору в пряму суму підпросторів

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Аналітико-геометричні методи аналізу нелінійних диференціальних рівнянь» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «магістр» галузі знань 11 математика та статистика зі спеціальності 111 Математика освітньої програми «математика».

Дана дисципліна є вибірковою.

В курсі лекцій «Аналітико-геометричні методи аналізу нелінійних диференціальних рівнянь» висвітлюються проблеми локального аналізу нелінійних систем в околі особливої точки та в околі циклу; наводиться повне доведення теореми Гробмана – Гартмана про локальну топологічну спряженість нелінійної системи та її лініаризації в околі гіперолічної особливої точки; викладається метод номальних форм та його застосування при дослідженні біфуркації граничних циклів; вивчаються гіперболічні цикли та пов'язані з ними гомоклінічні структури.

Викладається у 1 семестрі 2 курсу в обсязі 150 год. (5 кредитів ECTS¹) зокрема: лекції – всього 42 год., самостійна робота – 104 год, консультації 4 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом.

4. Завдання (навчальні цілі): формування здатності розв'язувати складні математичні задачі та практичні проблеми у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується комплексністю та/або невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Магістр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від математики (ЗК-1);
- 2) Здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 3) Здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу (ЗК-3);
- 4) Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел, необхідної для розв'язування наукових і професійних завдань (ЗК-4);
- 5) Здатність генерувати нові ідеї (ЗК-5);
- 6) Здатність спілкуватися державною мовою і усно, і письмово (ЗК-8);
- 7) Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-9);
- 8) Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування (ЗК-10);
- 9) Здатність критично оцінювати та переосмислювати власний і чужий досвід, аналізувати свою професійну й соціальну діяльність (ЗК-11);
- 10) Знання на рівні новітніх досягнень, необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері математики та її практичних застосувань (ФК-1);
- 11) Спроможність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси (ФК-4);
- 12) Спроможність розробляти математичну модель ситуації з реального світу та переносити математичні знання у нематематичні контексти (ФК-5);
- 13) Здатність доводити знання та власні висновки до фахівців та нефаківців (ФК-6);
- 14) Здатність до розвитку нових та удосконалення існуючих математичних методів аналізу, моделювання, прогнозування, розв'язування нових проблем у нових галузях знань (ФК-8);
- 15) Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері математики (ФК-10).

5. Результати навчання за дисципліною.

Табл.1

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результати навчання			
РН1.1	Знати: основні поняття та об'єкти теорії нелінійних автономних систем, зокрема різні види еквівалентності потоків та векторних полів; терему Гробмана – Гартмана	<i>Лекційні заняття, самостійна робота</i>	<i>Активна робота на лекціях, виконання завдань для самостійної роботи</i>	5%
РН1.2	Знати: поняття нормальної форми, гомологічного рівняння, резонансних та нерезонансних форм, степеневих перетворень			10%
РН1.3	Знати: поняття біфуркації фазових портретів; умови, за яких спостерігається біфуркація Андронова – Гопфа			10%
РН1.4	Знати конструкцію відображення Пуанкаре; зв'язок матриці лінеаризованого відображення Пуанкаре з матрицею монодромії відповідної лінеризованої системи; умови, за яких цикл є локальним			10%

	атрактором			
РН1.5	Знати: поняття гіперболічної структури в околі циклу; поняття гомоклінічної структури			10%
РН2.1	Уміти доводити теорему Гробмана – Гартмана та застосовувати її до конкретних систем	<i>Лекційні заняття, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота №1 (60% правильних відповідей), активна робота на лекціях, виконання завдань для самостійної роботи</i>	9%
РН2.2.	Уміти: розв'язувати гомологічне рівняння та будувати нормальну форму нелінійної автономної системи в околі положення рівноваги.			9%
РН2.3.	Уміти класифікувати та інтегрувати нормальні форми 2-вимірних систем			9%
РН2.4.	Уміти застосовувати метод нормальних форм при дослідженні біфуркації граничного циклу з положення рівноваги			9%
РН2.5	Володіти базовими принципами символічної динаміки при аналізі гомоклінічної структури			9%
РН3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	<i>Лекційні заняття</i>		2,5%
РН4.1	Самостійно шукати та критично опрацьовувати літературу із відповідних досліджень, вільно володіти методами обробки, аналізу та синтезу наукової інформації	<i>самостійна робота</i>		2,5%
РН4.2	Відповідально ставитися до виконуваних робіт, нести відповідальність за їх якість	<i>самостійна робота</i>		2,5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами навчання

Табл.2

Результати навчання дисципліни	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Програмні результати навчання	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	1	2
ПРН-3-1 -Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук у сфері математики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
ПРН-3-2 -Відтворювати знання фундаментальних розділів математики в обсязі, необхідному для володіння математичним апаратом відповідної галузі знань і використання математичних методів у обраній професії	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-3-3 -Володіти основами математичних дисциплін і теорій, зокрема які вивчають моделі природничих і соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
ПРН-3-4 -Володіти математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів мо-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+

делей, математичними способами інтерпретації числових даних та принципами функціонування природничих процесів														
ПРН-У-1 -Уміти використовувати фундаментальні математичні закономірності у професійній діяльності	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
ПРН-У-2 -Читати і розуміти фундаментальні розділи математичної літератури та демонструвати майстерність їх відтворення в аргументованій усній та/або письмовій доповіді	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-У-3 -Доносити професійні знання, власні обґрунтування і висновки до фахівців і широкого загалу											+	+		+
ПРН-У-8 -Бути наполегливим у досягненні мети під час вирішення математичної проблеми	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
ПРН-У-10 -Усно й письмово спілкуватися рідною та іноземною мовами в науковій, виробничій та соціально-суспільній сферах діяльності із професійних питань; читати спеціальну літературу; знаходити, аналізувати та використовувати інформацію з різних довідкових джерел	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-У-11 -Використовувати раціональні способи пошуку та використання науково-технічної інформації, включаючи засоби електронних інформаційних мереж; застосовувати інформаційні ресурси, у тому числі електронні, для пошуку відповідних математичних моделей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
ПРН-У-12 -Дотримуватися норм етичної поведінки стосовно інших людей, адаптуватися та комунікувати											+	+		

7. Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. *Активна робота на лекційних заняттях:* РН1.1 – РН1.5, РН 2.1-РН2.5, РН 3.1,3.2– 10 балів/6 балів;

2. *Виконання завдань, винесених на самостійну роботу:* РН2.1, РН2.2, РН 2.3, РН2.4, РН2.5, РН4.1, РН4.2 – 10 балів/7 балів;

3. *Контрольна робота 1:* РН1.1-РН1.3, РН2.1-РН2.3 – 25 балів/11 балів;

4. *Контрольна робота 2:* РН1.4-РН1.5, РН2.4, РН2.5 – 25 балів/11 балів;

Разом має бути 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит.

- *максимальна кількість балів, які можуть бути отримані:* 40 балів;

- *результати навчання, які будуть оцінюватись:* РН1.1 – РН1.5, РН 2.1-РН2.5;

форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Активна робота на лекціях передбачає успішне проходження опитувань, що проводяться на лекціях, відповіді на запитання лектора в ході пояснення матеріалу

Самостійна робота передбачає самостійне опрацювання літератури на предмет теоретичного матеріалу, розв'язування задач, запропонованих для самостійного розв'язання, розв'язування вправ, що задаються викладачем на лекціях

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом навчання набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу та доскласти домашні завдання. Студенти, які набрали впродовж навчання та за рахунок додаткових етапів оцінювання сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – **20** балів, до складання іспиту не допускаються.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

Форма іспиту – письмова. Екзаменаційний білет складається із 4 задач. Кожне завдання оцінюється від 0 до 10 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до отриманих під час навчання – 24 бали.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 6-му тижні 3 семестру.
2. Модульна контрольна робота №2: на 12-му тижні 3 семестру
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1- РН2.3 на 6 тижні, за РН2.4, РН2.5 на 12 тижні 3 семестру

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

теми	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Конс.	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1. Локальний метод нелінійного аналізу автономних систем в околі особливої точки						
1	Задачі класифікації та локального аналізу	7		14		
2	Гомологічне рівняння та його розв'язування	8		20		
3	Перетворення та класифікація нормальних форм	7		20	2	

Змістовий модуль 2. Застосування методу нормальних форм						
4	Застосування нормальній форми в проблемах стійкості та центра і фокуса	10		20		
5	Застосування нормальній форми в теорії біфуркацій, локальний аналіз в околі циклу	10		30	2	
Всього годин		42		104	4	

Загальний обсяг 150 годин, в тому числі:
лекції – 42 години,
консультації – 4 годин,
самостійна робота -104 години.

9. Рекомендовані джерела

Основні

1. Самойленко А.М, Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння. - К.: Либідь, 2003.
2. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. – М.: Наука, 1967
3. Парасюк І.О. Вступ до якісної теорії диференціальних рівнянь. – К.: ВПЦ Київ. ун-т, 2005.
4. Парасюк І.О., Перестюк М.О. Локальний аналіз нелінійних диференціальних рівнянь. – Аксіома, 2013
5. Самойленко А.М. Элементы математической теории многочастотных колебаний. – М.: Наука, 1987
6. Перестюк М.О., Капустян О.В., Фекета П.В., Касімова Н.В. Асимптотичні властивості розв'язків диференціальних рівнянь. – К.: ВПЦ Київ. ун-т, 2015.
7. Перестюк М.О., Чернікова О.С. Теорія стійкості. - К.: ВПЦ Київ. ун-т, 2009.

Додаткові

1. Арнольд А.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1984
2. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Мир, 1970.
3. Khalil H.K. Nonlinear systems. – N.Y.:Prentice Hall, 2002
4. Perko L. Differential Equations and Dynamical Systems. – N.Y.: Springer, 2006