

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра інтегральних та диференціальних рівнянь



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник

декана

з навчальної роботи

Харитонов О.М.

«серпня» 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Диференціальні рівняння
для студентів

галузь знань	11 «Математика та статистика»
спеціальність	111 «Математика»
освітній рівень	перший (бакалавр)
освітньо-наукова програма	«Комп'ютерна математика»
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Капустян Олексій Володимирович, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь
Федоренко Юлія Володимирівна, асистент кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

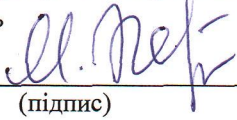
Пролонговано: на 20 / 20 н.р. () « » 20 р.
на 20 / 20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробник: Капустян Олексій Володимирович, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь

ЗАТВЕДЖЕНО

Зав. кафедри інтегральних та диференціальних рівнянь



(підпис)

Перестюк М.О.

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  -професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.
(підпис)

1. Мета дисципліни – ознайомлення з основними поняттями та положеннями теорії диференціальних рівнянь, характерними прикладами її застосувань, оволодіння базовими теоретичними та практичними методами дослідження, розв'язування та комп'ютерного моделювання окремих класів диференціальних рівнянь.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. *Знати:* основні поняття, факти і теореми математичного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії.
2. *Вміти:* активно використовувати та творчо застосовувати зазначені вище знання в процесі опрацювання матеріалу курсу «Диференціальні рівняння».
3. *Володіти елементарними навичками:* обчислення границь, похідних, інтегралів Рімана функцій різних типів, обчислення частинних похідних, застосування основних результатів щодо збіжності функціональних рядів, розв'язання задач на знаходження власних чисел та власних векторів, здійснення основних операцій з матрицями та векторами, знаходження Жорданової нормальної форми матриці.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Диференціальні рівняння» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 11 Математика та статистика зі спеціальності 111 Математика освітньої програми «Комп'ютерна математика». Дана дисципліна є обов'язковою. Дисципліна «Диференціальні рівняння» вивчає методи інтегрування, елементи якісної теорії звичайних диференціальних рівнянь, елементи комп'ютерного моделювання та охоплює наступне коло питань: методи точного та наближеного інтегрування окремих класів диференціальних рівнянь та систем, теореми існування та єдиності розв'язку задачі Коші, стійкість розв'язків систем диференціальних рівнянь.

Викрладається у 4 семестрі 2 курсу в обсязі 180 год. (*6 кредитів ECTS¹*) зокрема: *лекції – всього 42 год., практичні - 30 год., лабораторні - 16 год., самостійна робота – 90 год.* У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна іспитом.

Завдання (навчальні цілі): формування здатності розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності;
- 4) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями;
- 5) Здатність приймати обґрунтовані рішення;
- 6) Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань);
- 7) Здатність працювати автономно;

1 кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 8) Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя;
- 9) Здатність використовувати у професійній діяльності базові знання з галузей математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
- 10) Здатність використовувати стандартні прийоми та методи математичних досліджень, проявляти творчий підхід, ініціативу;
- 11) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання;
- 12) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі;
- 13) Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок;
- 14) Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих;
- 15) Здатність до кількісного мислення;
- 16) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем;
- 17) Здатність застосовувати чисельні методи для дослідження математичних моделей;
- 18) Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів;
- 19) Здатність використовувати обчислювальні інструменти для чисельних і символних розрахунків;
- 20) Здатність виражати терміни специфічної предметної області мовою математики;
- 21) Здатність розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси;
- 22) Здатність формулювати складні задачі оптимізації та прийняття рішень й інтерпретувати їхні розв'язки в оригінальному контексті цих задач;
- 23) Здатність отримувати якісну інформацію на основі кількісних даних;
- 24) Здатність розробляти експериментальні та спостережні дослідження й аналізувати дані, отримані на їх основі;
- 25) Здатність пояснювати математичними термінами результати, отримані під час розрахунків.

4. Результати навчання за дисципліною.

Результат навчання (РН) (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			
<i>III семестр</i>				
РН 1.1	Знати основні поняття теорії диференціальних рівнянь першого порядку: розв'язок, інтегральна крива, поле напрямів, фізична та геометрична інтерпретація,			5%

	приклади			
PH 1.2	Знати найпростіші типи диференціальних рівнянь першого порядку та методи їх аналітичного та наближеного інтегрування.	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	8%
PH 1.3	Знати теореми існування і єдиності розв'язку задачі Коші для диференціальних рівнянь різних типів, теореми Пікара, Пеано, теореми про продовження та порівняння розв'язків задачі Коші, теорему Кнезера та їх наслідки, методи комп'ютерного моделювання			7%
PH 1.4	Знати поняття положення рівноваги, фазового портрету двовимірної системи в околі положення рівноваги, класифікацію фазових портретів двовимірної системи; поняття особливого розв'язку, методи комп'ютерного моделювання систем другого порядку			5%
PH 1.5	Знати інтегровні типи диференціальних рівнянь вищих порядків, лінійні диференціальні рівняння довільного порядку, методи зниження порядку			7%
PH 1.6	Знати методи інтегрування лінійних рівнянь другого порядку, приклади застосувань, методи теорії крайових задач для лінійних рівнянь другого порядку			7%
PH 1.7	Знати основні поняття теорії лінійних диференціальних рівнянь та систем, поняття фундаментальної системи розв'язків, методи інтегрування лінійних диференціальних рівнянь та систем лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Іспит, активна робота на лекції, усні відповіді</i>	6%
PH 1.8	Знати основні поняття та означення теорії стійкості, результати щодо стійкості положень рівноваги рівнянь першого порядку, двовимірних систем та загальної автономної системи, теореми Ляпунова про стійкість, асимптотичну стійкість та нестійкість, метод лінеаризації			5%
PH 2.1	Вміти знаходити в явному, неявному або параметричному вигляді розв'язки окремих типів			8%

	диференціальних рівнянь першого порядку, будувати графіки розв'язків диференціальних рівнянь, використовувати аналітичні методи та методи комп'ютерного моделювання	<i>Практичне заняття, лабораторна робота, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота №1 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях, виконання лабораторних робіт, іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	
PH 2.2.	Вміти застосовувати теореми Пікара та Пеано до дослідження існування і єдиності розв'язку задачі Коші, застосовувати метод послідовних наближень до побудови розв'язку задачі Коші, застосовувати результати про продовження розв'язків до дослідження продовжуваності розв'язків задачі Кош, застосовувати методи комп'ютерного моделювання			7%
PH 2.3.	Вміти класифікувати та зображати портрети лінійних наближень двовимірних автономних систем в околі положення рівноваги, аналізувати результати комп'ютерного моделювання при побудові фазових портретів			5%
PH 2.4	Вміти інтегрувати окремі типи диференціальних рівнянь вищих порядків, знаходити у явному вигляді фундаментальні системи розв'язків лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, знаходити розв'язки лінійних неоднорідних рівнянь зі сталими коефіцієнтами	<i>Практичне заняття, лабораторна робота, самостійна робота</i>	<i>Контрольна робота №2 (60% правильних відповідей), розв'язання задач на практичних заняттях, виконання лабораторних робіт, іспит, виконання завдань, винесених на самостійну роботу</i>	8%
PH 2.5	Вміти будувати розв'язки лінійних диференціальних рівнянь другого порядку у вигляді степеневих та узагальнено степеневих рядів, розв'язувати лінійні крайові задачі для звичайних лінійних диференціальних рівнянь другого порядку			7%
PH 2.6	Вміти знаходити у явному вигляді фундаментальні системи розв'язків систем диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, застосовувати метод варіації довільних сталих та метод невизначених коефіцієнтів при розв'язанні лінійних неоднорідних систем диференціальних рівнянь, використовувати методи комп'ютерного моделювання			5%
PH 3.1	Здатність обгрунтовувати власний підхід до розв'язання задачі, дискутувати з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	<i>активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	5%
PH 3.2	Вироблення навиків командної роботи	<i>Лекція,</i>	<i>активна робота на</i>	5%

		<i>практичне заняття, самотійна робота</i>	<i>лекції, практичних заняттях, усні відповіді</i>	
--	--	--	--	--

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н	Р Н
Програмні результати навчання	1 · 1	1 · 2	1 · 3	1 · 4	1 · 5	1 · 6	1 · 7	1 · 8	2 · 1	2 · 2	2 · 3	2 · 4	2 · 5	2 · 6	3 · 1	3 · 2
РН-1 - Здійснювати професійну письмову й усну комунікацію українською мовою та, принаймні, однією з іноземних мов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН-3 - Знати принципи modus ponens (правило виведення логічних висловлювань) та modus tollens (доведення від супротивного) і використовувати умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН-4 - Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН-6 - Знати методи математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН-10 - Розв'язувати 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	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН-11 - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

перетворення математичних моделей																	
PH-16 - Знати теоретичні основи і застосовувати методи топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь для дослідження динамічних систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
PH-21 - Розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
PH-22 - Володіти основними математичними методами аналізу, прогнозування та оцінки параметрів моделей, базовими математичними способами інтерпретації числових даних і основними принципами функціонування природничих процесів	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: PH1.1 – PH1.8, PH 2.1 – PH2.6, PH 3.1– 5 балів/3 балів;
 2. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.1-PH2.6 – 5 балів/3 балів;
 3. Контрольна робота 1: PH1.1-PH1.4, PH2.1-PH2.3 – 15 балів/9 балів;
 4. Контрольна робота 2: PH1.5-PH1.8, PH2.4-PH2.6 – 15 балів/9 балів;
 5. Розв'язання задач на практичних заняттях: PH2.1- PH2.6, PH3.1 – 10 балів/6 балів;
 6. Виконання лабораторних робіт: PH2.1- PH2.6 – 10 балів/5 балів
- Разом має бути 60/35

- підсумкове оцінювання: іспит

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: PH1.1-PH1.8, PH2.1- PH 2.6, PH 3.1;
- 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, що не розв'язувались на практичних заняттях, розв'язування вправ, що задаються викладачем на лекціях

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру 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 семестру 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 – письмово-усна. Екзаменаційний білет іспиту складається із 4 завдань, перші два з яких є теоретичними, два інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 8 балів. Додатково від 0 до 8 балів студент отримує за усне опитування. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 7-му тижні 4 семестру.
2. Модульна контрольна робота №2: на 13-му тижні 4 семестру
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за PH2.1-PH2.3 на 7-му тижні, за PH2.4-PH 2.6 на 13 тижні 4 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 I семестр	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Консультації	Інші форми контролю (лабораторна робота)
Змістовий модуль 1. Скалярні диференціальні рівняння першого порядку. Елементи загальної та якісної теорії диференціальних рівнянь на площині						
1	Інтегрування окремих типів диференціальних рівнянь першого порядку	6	6	10		2
2	Елементи якісного аналізу інтегрованих рівнянь першого порядку	4	2	10		4
3	Рівняння в повних диференціалах та інтегрувальний множник	4	2	10		
4	Теореми існування, єдиності та продовжуваності розв'язку задачі	4	2	10		4

	Коші для рівняння 1-го порядку					
Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння вищих порядків.						
Теорія лінійних диференціальних рівнянь та систем. Основи теорії стійкості						
1	Інтегрування та зниження порядку диференціальних рівнянь вищих порядків	6	6	10		
2	Лінійні диференціальні рівняння довільного порядку	4	2	10		2
3	Вибрані питання теорії диференціальних рівнянь другого порядку	4	2	10		
4	Системи лінійних диференціальних рівнянь	6	4	10		2
5	Основи теорії стійкості розв'язків систем диференціальних рівнянь	4	4	10	2	2
Всього годин		42	30	90	2	16

Загальний обсяг 180 годин, у тому числі:
лекції – 42 годин,
практичні заняття – 30 годин,
лабораторні роботи – 16 годин,
консультації – 2 годин,
самостійна робота – 90 години.

9. Рекомендовані джерела

Основні

1. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння. - Київ: Либідь, 2003 (3-е видання Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2010)
2. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння в задачах – Київ:Либідь, 2003
3. Перестюк М.О., Свіщук М.Я. Збірник задач з диференціальних рівнянь – Київ: Либідь, 2004.
4. Диференціальні рівняння: задачі, методи розв'язування, комп'ютерний практикум. Навч. посібн. / Капустян О.В., Касімова Н.В., Ловейкін Ю.В., Сукретна А.В., Федоренко Ю.В. - К., 2019. – 91 с.
http://www.diffeq.univ.kiev.ua/download/DR_t_sm_cp.pdf

5. Диференціальні рівняння. Завдання кредитно-модульного контролю для студентів механіко-математичного факультету / Упорядники: Парасюк І.О., Станжицький О.М., Капустян О.В., Чернікова О.С., Сукретна А.В., Ловейкін Ю.В., Задоянчук Н.В. Під редакцією академіка НАН України М.О. Перестюка. – К.: Відділ оперативної поліграфії механіко-математичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2010. – 43 с.
6. Розв'язування задач аналізу та диференціальних рівнянь методами комп'ютерної алгебри / Собчук В.В., Чичурін О.В., Кальчук І.В., Жигало Т.В.. – К.: Міленіум, 2021
7. Егоров А.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения и система Maple. – М.: МФТИ, 2016

Додаткові

8. Кривошея С.А., Перестюк М.О., Бурим В.М. Диференціальні та інтегральні рівняння – Київ: Либідь, 2004.
9. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. – М.: ГИФМЛ, 1958.
10. Збірник задач підвищеної складності з курсу "Диференціальні рівняння". Навчальний посібник для студентів вищих учбових закладів. Упорядники: Капустян О.В., Касьянов П.О., Позур С.В., Сукретна А.В., Фещенко І.С. Під редакцією академіка НАН України М.О. Перестюка. - К.: ВПЦ "Київський університет", 2011. – 79 с.
11. Гречко А.Л., Пелюх Г.П. Вступ до якісної теорії диференціальних рівнянь. – К: КП, 2017. – 245 с.