



Волинський національний університет імені Лесі Українки
Кафедра теорії функцій та методики навчання математики

СИЛАБУС

обов'язкового освітнього компонента
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	01 Освіта / Педагогіка
Спеціальність	014 Середня освіта (Математика)
Освітня програма	Середня освіта. Математика
Форма навчання	Денна
Розробник (викладач)	Кальчук Інна Володимирівна, кандидат фіз.-мат. наук, доцент
Контактна інформація	Електронна адреса викладача: kalchuk.inna@vnu.edu.ua Телефон: 050-967-66-75
Семестр, курс	3 семестр, II курс
Обсяг освітнього компонента	Загальний обсяг: 4 кредитів / 120 годин. Аудиторних годин: 72; з них: лекцій – 36 год., практичних – 36 год. Самостійної роботи: 40 години.
Форма контролю	Екзамен (3 семестр)
Час занять	Тижневих годин: 4 год. Аудиторні заняття проводяться за розкладом: http://94.130.69.82/cgi-bin/timetable.cgi Консультації викладача відповідно затвердженого графіку.
Анотація курсу	«Диференціальні рівняння» належить до переліку обов'язкових освітніх компонент, забезпечує професійний розвиток бакалавра та спрямована на ознайомлення майбутніх фахівців з основними методами розв'язування диференціальних рівнянь та систем диференціальних рівнянь, теоретичними положеннями щодо існування та дослідження їх розв'язків, із застосуваннями диференціальних рівнянь в прикладних задачах та дослідженнях.
Предреквізити	Курс елементарної математики, тригонометрії в обсязі програми загальної середньої школи; теорії інтегрального та диференціального числення, що вивчаються в «Математичному аналізі», основи теорії множин та елементи математичної логіки, що вивчаються в «Дискретній математиці», елементи матричної алгебри, многочлени від однієї змінної, комплексні числа, що вивчаються в «Лінійній алгебрі».
Постреквізити	Застосування результатів навчання диференціальних рівнянь при вивченні обов'язкових освітніх компонент бакалаврського рівня «Диференціальна геометрія» та «Функціональний аналіз», вибіркового освітнього компоненту бакалаврського рівня «Застосування диференціального та інтегрального числення», «Елементи варіаційного числення», «Моделі та методи оптимізації»; обов'язкового освітнього компонента магістерського рівня «Теорія випадкових процесів».

Мета і завдання освітнього компонента	Метою є формування у студентів базових понять теорії диференціальних рівнянь, опанування основними методами відшукування розв'язків диференціальних рівнянь та їх систем, дослідження властивостей розв'язків, розвиток математичної культури і вміння виражати математичною мовою природні процеси і явища; озброєння апаратом та методами сучасної теорії диференціальних рівнянь, необхідними для подальшого успішного вивчення інших математичних дисциплін та для їх прикладного застосування; формування таких загальних та спеціальних компетентностей: • здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях (ЗК1); • здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук, аналіз та обробку інформації з різних джерел, ефективно використовувати цифрові ресурси та технології в освітньому процесі (ЗК4); • здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності та досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та значення у розвитку суспільства, техніки і технологій. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК8); • здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмета (ФК1); • здатність до реалізації усіх етапів математичного 11 моделювання явищ, процесів та систем, до здійснення базових перетворень математичних моделей з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (ПК1); • 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 (ПК2); • 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; здатність конструювати формальні доведення з аксіом та раніше доведених тверджень і відрізняти правдоподібні аргументи від формально бездоганих (ПК3); • здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів (ПК5); • здатність діяти за заданими базовими математичними алгоритмами, здійснювати їх вибір і застосування; набувати поглиблені когнітивні та практичні уміння і навички необхідні для конструювання алгоритмів, описання способів розв'язання математичних задач у вигляді алгоритмічного припису (ПК7).
---	--

Результати навчання	Опанування змісту освітнього компонента «Диференціальні рівняння» дозволяє отримати наступні програмні результати навчання: • демонструє знання основ фундаментальних і прикладних наук (відповідно до предметної спеціальності), оперує базовими категоріями та поняттями предметної області спеціальності (РН7); • генерує обґрунтовані думки в галузі професійних знань як для фахівців, так і для широкого загалу державною та іноземною мовами (РН8); • демонструє володіння сучасними технологіями пошуку наукової інформації для самоосвіти та застосування 13 її у професійній діяльності (РН10); • демонструє знання фундаментальної математики на рівні теоретичних основ і застосовує методи алгебри, математичного аналізу, дискретної математики, аналітичної та диференціальної геометрії, топології, функціонального аналізу й теорії диференціальних рівнянь, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії функцій комплексної змінної для досягнення інших результатів освітньої програми (РН2); • називає принципи <i>modus ponens</i> (правило виведення логічних висловлювань) та <i>modus tollens</i> (доведення від супротивного) і використовує умови, формулювання, висновки, доведення та наслідки математичних тверджень (РН3); • демонструє навички розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; виконує базові перетворення для специфічних ситуацій, застосовує навички управління інформацією і комп'ютерних засобів статистичного аналізу даних (РН4); • називає і описує суть методів математичного моделювання природничих та/або соціальних процесів (РН6); • демонструє навички розв'язувати типові задачі математичного аналізу, алгебри, диференціальних та інтегральних рівнянь, оптимізації за допомогою чисельних методів (РН7); • вибирає математичні методи розв'язування задач, враховує умови виконання математичних тверджень, коректно проєктує умови та твердження на нові класи об'єктів, аналізує і упорядковує відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (РН10); • генерує в учнів розуміння основ математичного моделювання, готовність до застосування моделювання для розв'язування задач, формування математичних компетентностей учнів (РН12); <i>До кінця навчання здобувачі мають оволодіти:</i> • основними поняттями теорії звичайних диференціальних рівнянь: порядок рівняння, розв'язок, загальний, частинний та особливий розв'язок, в параметричній формі, початкові умови, задача Коші, поле напрямів, ізокліна, системи диференціальних рівнянь, лінійні системи (однорідні та неоднорідні), фундаментальна система розв'язків; • знаннями умов існування та єдиності розв'язку задачі Коші, властивостей розв'язків лінійних рівнянь та систем;
-----------------------------------	--

	• уміньми розв'язувати диференціальні рівняння першого порядку, що інтегруються в квадратурах (з відокремлюваними змінними, однорідні, лінійні, рівняння Бернуллі, в повних диференціалах, інтегрувальний множник); • уміньми інтегрувати найпростіші диференціальні рівняння першого порядку, нерозв'язані відносно похідної (степеня n відносно похідної, метод введення параметра, рівняння Лагранжа та Клеро); • методом варіації довільних сталих для лінійного диференціального рівняння другого порядку; • уміньми знаходження загального розв'язку лінійного однорідного рівняння другого і вищих порядків зі сталими коефіцієнтами; • методом невизначених коефіцієнтів для знаходження частинного розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння другого і вищих порядків зі сталими коефіцієнтами і спеціальною правою частиною та уміньми записати загальний розв'язок такого рівняння; • методом Ейлера розв'язування системи лінійних однорідних рівнянь зі сталими коефіцієнтами та методом невизначених коефіцієнтів для знаходження частинного розв'язку неоднорідної системи; • уміньми вирізняти з поміж інших природні, фізичні, економічні та ін. динамічні явища і процеси, для моделювання яких можуть бути використані диференціальні рівняння, здатністю розробляти моделі таких процесів, аналізувати і трактувати розв'язок.
--	---

Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Практ.	Конс.	Сам. роб.	*Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль I. Диференціальні рівняння першого порядку						
Тема 1. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Існування та єдиність розв'язку диференціального рівняння першого порядку.	7	2	2	1	2	УО, РЗ/К/
Тема 2. Диференціальні рівняння першого порядку, розв'язані відносно похідної. Рівняння, інтегровні в квадратурах	29	10	10	1	8	УО, РЗ/К/
Тема 3. Рівняння нерозв'язні відносно похідної. Рівняння Лагранжа та Клеро.	15	4	4	1	6	УО, РЗ/К/
Разом за модулем I	51	16	16	3	16	12
Змістовий модуль II. Диференціальні рівняння вищих порядків. Системи диференціальних рівнянь.						
Тема 4. Диференціальні рівняння вищих порядків: основні поняття та означення. Рівняння, що допускають зниження порядку.	11	2	2	1	6	УО, РЗ/К/
Тема 5. Теорія лінійних диференціальних рівнянь вищих порядків. Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків зі сталими коефіцієнтами.	25	8	8	1	8	УО, РЗ/К/
Тема 6. Системи звичайних диференціальних рівнянь. Метод виключення та метод Ейлера розв'язання систем диференціальних рівнянь.	13	4	4	1	4	УО, РЗ/К/
Разом за модулем II	49	14	14	3	18	12

Змістовий модуль III. Інтегральні рівняння. Наближені методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь.						
Тема 7. Інтегральні рівняння Вольтерра і Фредгольма. Теореми Фредгольма.	13	4	4	1	4	УО, РЗ/К/
Тема 8. Чисельні методи розв'язання звичайних диференціальних рівнянь (метод Ейлера, метод Рунге-Кутта) та інтегральних рівнянь (метод послідовних наближень, метод Гальоркіна).	7	2	2	1	2	РЗ/К/
Разом за модулем III	20	6	6	2	6	6
ІНДЗ						10
Модульна контрольна робота 1						30
Модульна контрольна робота 2						30
Всього годин / Балів	120	36	36	8	40	100

Форма контролю*: УО – усне опитування, РЗ/К – розв'язування задач/кейсів, ІНДЗ – індивідуальне завдання/індивідуальна робота здобувача освіти.

Завдання для самостійного опрацювання

Самостійна робота здобувачів освіти включає:

1. Підготовка до практичних занять – 12 год;
2. Вивчення тем, що виносяться на самостійне опрацювання – 10 год:
 - Диференціальні рівняння як математичні моделі процесів та явищ біології, екології та хімії, економіки;
 - Класифікація особливих точок;
 - Механічна та геометрична інтерпретації рівнянь другого порядку;
 - Метод функцій Гріна розв'язування крайових задач;
 - Системи диференціальних рівнянь в симетричній формі;
3. Виконання ІНДЗ – 8 год;
4. Систематизація вивченого матеріалу перед екзаменом – 10 год.

Оцінювання

Оцінювання знань здійснюється за 100-бальною шкалою. Кількості балів ставиться у відповідність рівні європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС) та традиційної національної системи оцінювання. Оцінка включає в себе поточний контроль (оцінюється робота на парах, вчасне і якісне виконання домашніх завдань) та підсумковий модульний контроль (письмові модульні контрольні роботи). Максимальна кількість балів, яку може заробити студент під час поточного оцінювання за семестр – 40 балів. Підсумковий модульний контроль за семестр включає в себе оцінки за всі модульні контрольні роботи. Максимальна

кількість балів, яку може заробити студент під час модульного контролю за семестр складає 60 балів.

Студентам, які брали участь у роботі конференцій, підготовці наукових публікацій, участь в конкурсах студентських наукових робіт можуть присуджуватися додаткові (бонусні) бали, які зараховуються як результати поточного контролю.

Згідно «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» від 11 вересня 2020 року (https://vnu.edu.ua/sites/default/files/2021-02/Polozhennia_%20vyznannia_rezultativ_navchannia_formalnoi.pdf) студенту можуть бути зараховані результати навчання, які отримані у формальній, неформальній та/або інформальній освіті.

Передбачається виконання індивідуальних завдань. Варіант ІНДЗ включає себе набір задач, що охоплюють вивчений курс. Письмові модульні контрольні роботи містять типові задачі із змістовних модулів (перша контрольна робота з тем 1-3, друга контрольна робота з тем 4-7).

Якщо за результатами семестру накопичено не менше 75 балів і студент погоджується із цим результатом, то оцінка за семестр може виставлятися без складання екзамену. В іншому разі студент складає екзамен; максимальна кількість балів, яку можна отримати на екзамені – 60 балів. Вони замінюють бали модульного семестрового контролю, поточний семестровий контроль при цьому зберігається. Екзамен проходить у письмовій формі.

Студенту на екзамені пропонується дати розгорнуту відповідь на два теоретичні питання і розв'язати 2 задачі, по одній із кожної модульної контрольної роботи. Оцінка за семестр у випадку складання екзамену є сумою балів поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену.

Критерії поточного оцінювання

При роботі здобувача на практичних заняттях оцінюються: систематичність роботи на практичних заняттях, рівень знань, продемонстрований у відповідях при усному опитуванні, активність при обговоренні питань. За перший та другий змістовні модулі здобувач може отримати максимально 12 балів, за третій змістовний модуль – максимально 6 балів. Разом за роботу на практичних заняттях здобувач може отримати максимально 30 балів.

До поточного оцінювання відносяться також бали за ІНДЗ. Оцінювання ІНДЗ здійснюється за 10- бальною шкалою. ІНДЗ подається викладачеві, який читає лекційний курс з даної дисципліни, не пізніше, ніж за 2 тижні до екзамену.

10-9 балів ставиться в тому випадку, коли студент правильно розв'язує всі завдання, повністю описує пояснення ходу розв'язання, допускає лише неточності в оформленні чи помилку в обчисленні.

8-7 балів ставиться тоді, коли студент не повністю дослідив поставлені завдання або допустив деякі неточності (допустив помилки в обчисленнях або виконав 80% завдань.)

6-5 балів ставиться в тому випадку, коли студент не повністю розв'язав задачу або допускає помилки при розв'язанні практичних завдань, але виконано правильно не менше 70% від всіх даних йому завдань.

4-3 бали ставиться, коли студент під час розв'язування пропустив суттєві моменти розв'язання або допустив грубі помилки, виконав не менше 30% від загальної кількості запропонованих йому завдань.

2-1 бали ставиться, коли при підготовці ІНДЗ студент під час роботи показав незнання основних методів розв'язання, допустив грубі помилки, виконав менше 30 % від загальної кількості запропонованих йому завдань.

0 балів ставиться, якщо студент не здав ІНДЗ або жодного завдання не виконав правильно.

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

Заплановано дві модульні контрольні роботи по 30 балів кожна.

27 – 30 балів ставиться, якщо студент правильно розв'язав практичні завдання, вміє пояснити методику розв'язання та зміст застосовуваного понятійного апарату і формул. Вміє аргументувати свої думки.

23 – 26 балів ставиться, якщо студент показує знання методики розв'язання практичних завдань та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені окремі незначні помилки у розв'язанні.

18 – 22 балів ставиться, якщо студент показує знання методики розв'язання практичних завдань та змісту застосовуваного понятійного апарату і формул. Проте допущені помилки у розв'язанні не дають можливості зробити правильні висновки.

11 – 17 балів ставиться, якщо студент частково розв'язав практичні завдання, але не спромігся аргументувати свою відповідь, помилився у використанні понятійного апарату та методики розв'язання задачі.

5 – 10 балів ставиться, якщо студент погано засвоїв основні поняття, не вміє розв'язувати більшість типових задач, допускає суттєві помилки.

0 – 4 балів ставиться, якщо студент неправильно розв'язав практичні завдання, показав незадовільне знання понятійного апарату, або взагалі нічого не відповів.

Перелік питань до екзамену

1. Поняття диференціального рівняння. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь.

2. Задачі, які приводять до диференціальних рівнянь.

3. Задача Коші для диференціального рівняння першого порядку. Поняття про особливий розв'язок.

4. Рівняння з відокремлюваними змінними.

5. Однорідні рівняння першого порядку. Рівняння, які зводяться до однорідних.

6. Лінійні рівняння першого порядку. Метод Ейлера.

7. Лінійні рівняння першого порядку. Метод Лагранжа.

8. Лінійні рівняння першого порядку. Метод Бернуллі.

9. Рівняння Бернуллі.

10. Рівняння Ріккаті.

11. Рівняння в повних диференціалах.

12. Інтегрувальний множник $\mu = \mu(x)$.

13. Інтегрувальний множник $\mu = \mu(y)$.

14. Диференціальні рівняння, нерозв'язні відносно похідної. Рівняння першого порядку степеня n відносно похідної.

15. Диференціальні рівняння, нерозв'язні відносно похідної. Рівняння, яке не містить функції y .

16. Диференціальні рівняння, нерозв'язні відносно похідної. Рівняння, яке не містить незалежної змінної.

17. Диференціальні рівняння, нерозв'язні відносно похідної. Рівняння виду $x = F(y, y')$.

18. Диференціальні рівняння, нерозв'язні відносно похідної. Рівняння виду $y = F(x, y')$.

19. Диференціальні рівняння, нерозв'язні відносно похідної. Рівняння Лагранжа та Клеро.

20. Диференціальні рівняння вищих порядків. Існування і єдиність розв'язку задачі Коші.

21. Неповні рівняння вищих порядків, які інтегруються в квадратурах. Рівняння виду $y^{(n)} = f(x)$.

22. Неповні рівняння вищих порядків, які інтегруються в квадратурах. Рівняння виду $F(x, y^{(n)}) = 0$.

23. Неповні рівняння вищих порядків, які інтегруються в квадратурах. Рівняння виду $F(y^{(n-1)}, y^{(n)}) = 0$.

24. Неповні рівняння вищих порядків, які інтегруються в квадратурах. Рівняння виду $F(y^{(n-2)}, y^{(n)}) = 0$.
25. Рівняння вищих порядків, які допускають пониження порядку. Рівняння виду $F(x, y^{(m)}, y^{(m+1)}, \dots, y^{(n)}) = 0$.
26. Рівняння вищих порядків, які допускають пониження порядку. Рівняння виду $F(y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$.
27. Рівняння вищих порядків, які допускають пониження порядку. Однорідні рівняння вищих порядків.
28. Основні поняття теорії лінійних диференціальних рівнянь вищих порядків.
29. Лінійна залежність та незалежність функцій. Визначник Вронського.
30. Лінійна незалежність розв'язків однорідного рівняння. Фундаментальна система розв'язків та її існування. Формула Остроградського-Ліувілля.
31. Структура загального розв'язку лінійного однорідного диференціального рівняння. Число лінійно незалежних розв'язків.
32. Структура загального розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння.
33. Метод варіації довільних сталих для розв'язування лінійних рівнянь вищих порядків.
34. Лінійні однорідні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами (корені характеристичного рівняння дійсні).
35. Лінійні однорідні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами (корені характеристичного рівняння комплексні).
36. Лінійні однорідні рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами (корені характеристичного рівняння кратні).
37. Метод невизначених коефіцієнтів для побудови частинного розв'язку лінійного неоднорідного рівняння n -го порядку зі сталими коефіцієнтами.
38. Системи звичайних диференціальних рівнянь. Основні поняття і означення.
39. Розв'язування нормальних систем методом виключення.
40. Системи лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь, теорема про структуру загального розв'язку.
41. Метод Ейлера інтегрування системи лінійних однорідних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.
42. Інтегральне рівняння Вольтерра.
43. Інтегральне рівняння Фредгольма.
44. Наближені методи розв'язування диференціальних та інтегральних рівнянь.

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з формою контролю – екзамен

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка	Оцінка за шкалою ECTS	
		оцінка	пояснення
90–100	Відмінно	A	відмінне виконання
82–89	Дуже добре	B	вище середнього рівня
75–81	Добре	C	загалом хороша робота
67–74	Задовільно	D	непогано
60–66	Достатньо	E	виконання відповідає мінімальним критеріям
1–59	Незадовільно	Fx	необхідне перескладання

Вирішення конфліктних ситуацій

Будь-яка конфліктна ситуація, яка виникає в учасників освітнього процесу вирішується згідно «Положення про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ВНУ імені Лесі Українки» (<https://tinyurl.com/4exy339t>).

Політика викладача щодо здобувача освіти

Усі учасники освітнього процесу повинні дотримуватись вимог чинного законодавства України, Статуту (<https://vnu.edu.ua/uk/statut-snu-imeni-lesi-ukrayinki>) і Правил внутрішнього розпорядку ВНУ імені Лесі Українки (<https://tinyurl.com/ymvfkvyu>), загальноприйнятих моральних принципів, правил поведінки та корпоративної культури; підтримувати атмосферу доброзичливості, відповідальності, порядності й толерантності. Атмосфера на заняттях повинна бути творчою, відкритою до конструктивної критики. Недопустимі запізнення на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; списування. Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, навчання в рамках програм академічної мобільності) навчання може відбуватися в онлайн формі за погодженням із викладачем.

Політика щодо академічної доброчесності

Кожен студент повинен ознайомитися і слідувати Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (<https://tinyurl.com/5n7bx466>), дотримуватись етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової діяльності.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі запозичень ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право.

Під час оцінювання результатів навчання студенти не користуються забороненими засобами (мобільний телефон, планшет, конспект, навчальна література, інші джерела інформації, в тому числі Інтернет-ресурси), самостійно виконують запропоновані завдання.

Політика щодо дедлайнів та перескладання

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на заняттях з будь-якої причини, він/вона вивчають теоретичний матеріал самостійно використовуючи навчальні посібники, конспекти лекцій, виконують всі завдання для аудиторних занять, всі домашні завдання. Прозвітуватися про виконання завдань можна під час консультацій, одночасно при цьому з'ясувати незрозумілі моменти, задати запитання викладачу.

Перескладання модульних контрольних робіт не допускається. Індивідуальні завдання, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (бали будуть знижені на 10%).

Опитування

По завершенню курсу студентам буде надано анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу.

Рекомендована література

Основна література

1. Собчук В.В., Кальчук І.В., Чичурін О.В., Жигалло Т.В. Розв'язування задач аналізу та диференціальних рівнянь засобами комп'ютерної алгебри Mathematica. Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2021. 323 с.
2. Капустян О.В., Касімова Н.В., Ловейкін Ю.В., Сукретна А.В., Федоренко Ю.В. Диференціальні рівняння: задачі, методи розв'язування, комп'ютерний практикум. Навч. посібн. К., 2023. 135 с.
3. Гой Т.П., Махней О.В. Диференціальні та інтегральні рівняння. Івано-Франківськ : Сімик, 2012. 352 с.
4. Гой Т.П., Копач М.І., Федак І.В. Наближені методи розв'язування диференціальних рівнянь. Навчальний посібник для студентів напрямів підготовки “математика” та “прикладна математика”. Івано-Франківськ: Видавничо-дизайнерський відділ Центру інформаційних технологій Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. – 148 с.
5. Головач Г.П., Калайда О.Ф. Збірник задач з диференціальних та інтегральних рівнянь. К. : Техніка, 1997. 288с.
6. Гудименко Ф.С., Павлюк І.А., Волкова В.О. Збірник задач з диференціальних рівнянь. К. : Київський університет, 1962. –168 с.
7. Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. Диференціальні рівняння. Підручник. 2-е видання. Київ: Либідь, 2003. 600 с.
8. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння у прикладах і задачах. Київ: Вища школа, 1994. 455 с.

Додаткова література

1. Кривошея О.А., Перестюк М.О., Бурим В.М. Диференціальні та інтегральні рівняння. К.: Либідь, 2004. – 408 с.
2. Шкіль М.І., Сотніченко М.А. Звичайні диференціальні рівняння. К. : Вища шк., 1992. 303с.
3. Рего В.Л., Варга Я.В. Застосування диференціальних рівнянь для розв'язування проблем природознавства. Навч. пос. Ужгород: ДВНЗ «УжНУ», 2023. 121 с.

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми



Швай О.Л.

Затверджено на засіданні кафедри теорії функцій та методики навчання математики
протокол № 1 від 06 вересня 2023 р.

Завідувач кафедри



Гембарська С.Б.

