



Вища математика-2: Інтегральне числення та диференціальні рівняння

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G1 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>180 годин (6 кредитів ЄКТС), з них лекції 6 годин, практичні заняття 8 годин, самостійна робота 166 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ модульна контрольна робота (МКР), розрахункова робота (РР)</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті університету https://schedule.kpi.ua та на https://my.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: 1. Поліщук Олена Борисівна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук olenapoly90@gmail.com Практичні: 1. Поліщук Олена Борисівна, доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук
Розміщення курсу	<i>http://ecampus.kpi.ua/, інформаційні ресурси в бібліотеці</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Навчальна дисципліна «**Вища математика-2. Інтегральне числення та диференціальні рівняння**» є другою частиною обов'язкової компоненти «Вища математика», що входить до циклу професійної підготовки бакалаврів відповідної освітньо-професійної програми за спеціальністю **G1** «Хімічні технології та інженерія».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів інтегральної компетентності – здатності до логічного мислення, формування особистості студентів; розвиток їх інтелекту і здібностей; навичок доводити розв'язок задачі до практично прийнятого результату – числа, графіка, точного якісного висновку із застосуванням для цього адекватних обчислювальних засобів, таблиць і довідників, навчання основним математичним методам, здатності до аналізу та моделювання процесів і явищ фахових дисциплін.

Предмет курсу: вивчення освітнього компонента зосереджено на опануванні методів та алгоритмів розв'язування задач на застосування визначеного інтеграла до геометричних та фізичних задач, методів знаходження розв'язків диференціальних рівнянь основних типів, застосування їх до фізичних та прикладних задач зі спеціалізації.

Завдання навчальної дисципліни полягає в формуванні у студентів таких **здатностей:** згідно з матрицею відповідності програмних компетентностей компонентам освітньої програми:

- **загальні компетентності**

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

- **фахові компетентності спеціальності**

ФК 01. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі **результати навчання:** згідно з матрицею забезпечення програмних результатів навчання відповідними компонентами освітньої програми:

ПРН 01. Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми:

знання:

- первісні основних елементарних функцій;
- поняття невизначеного інтеграла та його властивості
- поняття визначеного інтеграла та його властивості; поняття невластивих інтегралів;
- основні поняття теорії диференціальних рівнянь: диференціальне рівняння, система диференціальних рівнянь, порядок диференціального рівняння, загальний розв'язок диференціального рівняння або системи, задача Коші;

уміння:

- виконувати дії з дійсними та комплексними числами;
- знаходити первісні, використовуючи таблицю невизначених інтегралів;
- обчислювати середнє значення функцій, площі плоских фігур, довжини дуг, площі поверхонь, об'єми;
- зводити до квадратур диференціальні рівняння першого порядку;
- зводити до рівнянь першого порядку неповні диференціальні рівняння другого порядку;
- знаходити загальний розв'язок лінійних однорідних та неоднорідних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами;
- знаходити загальний розв'язок систем диференціальних рівнянь;
- знаходити розв'язок задачі Коші для диференціальних рівнянь та їх систем.

досвід:

- навчитися самостійно працювати з навчальними посібниками, довідниками, додатковою літературою;
- вміти застосовувати набуті знання з вищої математики.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Навчальна дисципліна **«Вища математика-2: Інтегральне числення та диференціальні рівняння»** викладається в другому семестрі на базі навчальної дисципліни (пререквізити) **«Вища математика-1: Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Диференціальне числення»** і забезпечує наступні освітні компоненти: «Аналітична хімія», «Органічна хімія», «Хімія твердого стану», «Техніка хімічного експерименту».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Елементи вищої алгебри. Комплексні числа. Алгебраїчна, тригонометрична і показникова форми комплексного числа. Формула Ейлера. Дії над комплексними числами.

Многочлени. Розклад многочлена на множники. Дробово-раціональні функції та їх розклад на суму елементарних дробів.

Розділ 2. Інтегральне числення. Первісна функції, невизначений інтеграл та його властивості, таблиця інтегралів, основні методи інтегрування, інтегрування тригонометричних, дробово-раціональних, ірраціональних виразів. Означення визначеного інтеграла, геометричний зміст та основні властивості визначеного інтеграла, формула Ньютона – Лейбніца, методи обчислення визначених інтегралів, невластні інтеграли I-го та II-го роду, застосування визначеного інтеграла до задач геометрії, фізики.

Розділ 3. Звичайні диференціальні рівняння та їх системи. Диференціальні рівняння першого порядку, основні означення, задача Коші. Типи диференціальних рівнянь першого порядку та методи їх розв'язування. Диференціальні рівняння вищих порядків, що допускають зниження порядку. Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків, теореми про структуру загального розв'язку лінійного однорідного і лінійного неоднорідного диференціальних рівнянь. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Системи диференціальних рівнянь.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Кулик Г. М. Вища математика: Інтегральне числення функції однієї змінної. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей / Г. М. Кулик, О. І. Кушлик-Дивульська, Н.В. Степаненко, Н.П. Ярема: НТУУ "КПІ". – Електронні текстові дані (1файл: 5,04 Мбайт). – К.: НТУУ "КПІ". 2016.– 278 с. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16444>.
2. Дубовик В. П. Вища математика : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. – Київ : Ігнатекс–Україна, 2013. – 648 с.
3. Кушлик-Дивульська О.І. Конспект лекцій кредитного модуля «Інтегральне числення функції однієї змінної. Диференціальні рівняння» (Вища математика-2) для напряму підготовки 6.051501 «Видавничо-поліграфічна справа» [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. І. Кушлик-Дивульська. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,68 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2015.– 241с.– Назва з екрана.– Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/12700>.
4. Вища математика. Диференціальні рівняння [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 161 «Хімічні технології та інженерія», 162 «Біотехнології та біоінженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. О. Коваль, О. Б. Поліщук, В. І. Стогній. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 89 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/47953>

5. Вища математика. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної: збірник задач до розрахункової роботи та приклади розв'язування типових задач [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальностями 161«Хімічні технології та інженерія», 162«Біотехнології та біоінженерія»/ КПІ ім.Ігоря Сікорського; уклад.: Качасько О.Б., Коваль О. О., Поліщук О. Б., Стогній В. І. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 117 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48741>

Додаткова література

1. Кушлик-Дивульська О. І. Вища математика. Функції багатьох змінних. Інтегральне числення. Диференціальні рівняння. Збірник індивідуальних завдань [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,03 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 78 с. – Назва з екрана. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46598>.

2. Герасимчук В. С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах. Невизначений, визначений та невластні інтеграли. Звичайні диференціальні рівняння. Прикладні задачі : навч. посіб. / В. С. Герасимчук, Г. С. Васильченко, В. І. Кравцов. – Вид. 2-е, випр. – Київ : Книги України ЛТД, 2014. – 470 с.

3. Кушлик-Дивульська О.І. Конспект лекцій кредитного модуля «Інтегральне числення функцій однієї змінної. Диференціальні рівняння» (Вища математика-2) для напряму підготовки 6.051501 «Видавничо-поліграфічна справа» [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. І. Кушлик-Дивульська. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,68 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2015.– 241с.– Назва з екрана.– Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/12700>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика вивчення дисципліни є традиційною: на лекціях викладач подає теоретичний матеріал та наводить приклади розв'язування основних тематичних задач. На практичних заняттях студенти опрацьовують теоретичний і практичний матеріал, розв'язуючи задачі, подібні до розглянутих на лекціях. Для самостійної роботи та кращого засвоєння матеріалу студентам задають домашні завдання та індивідуальні завдання. Рівень знань і засвоєння матеріалу перевіряють за допомогою контрольних заходів: модульної контрольної роботи, виконання та захисту розрахункової роботи. Оцінювання таких робіт проводять відповідно до положення про рейтингову систему оцінювання успішності студентів з дисципліни.

5.1. Дидактичні матеріали:

На лекційних заняттях – лекція (електронний варіант), пояснення, проблемні завдання

Перелік лекцій

Лекція 1. Невизначений інтеграл

1. Первісна функції. Невизначений інтеграл та його властивості.
2. Таблиця інтегралів. Безпосереднє інтегрування.
3. Основні методи інтегрування у невизначеному інтегралі: метод заміни змінної інтегрування, метод інтегрування частинами.

Лекція 2. Визначений інтеграл

1. Задачі, що приводять до поняття визначеного інтеграла.
2. Означення визначеного інтеграла.
3. Формула Ньютона – Лейбніца.
4. Методи обчислення визначених інтегралів

Лекція 3. Диференціальні рівняння

1. Поняття диференціального рівняння. Задача Коші.
2. Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними.
3. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку.
4. Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами.

Перелік (орієнтовно) практичних занять

Практичне заняття 1. Безпосереднє інтегрування. Метод підведення під знак диференціала.

Метод інтегрування частинами у невизначеному інтегралі.

Практичне заняття 2. Формула Ньютона – Лейбніца . Заміна змінної у визначеному інтегралі.

Інтегрування частинами у визначеному інтегралі.

Практичне заняття 3. Диференціальні рівняння першого порядку: рівняння зі змінними, що відокремлюються і лінійні диференціальні рівняння першого порядку.

Практичне заняття 4. Диференціальні рівняння вищих порядків. Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами.

На практичних заняттях – завдання до виконання (згідно до вказаного списку основної літератури).

6. Самостійна робота студента

Під час вивчення навчальної дисципліни передбачено такі види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- виконання розрахункової роботи та модульної контрольної роботи;
- підготовка до екзамену;
- робота з літературою.

Теми, що виносяться на самостійну роботу:

1. Полярна система координат.
2. Комплексні числа.
3. Дробово-раціональні функції та їх розклад на суму елементарних дробів.

Невизначений інтеграл

4. Інтегрування дробово-раціональних функцій

5. Інтегрування тригонометричних виразів

Визначений інтеграл.

6. Невласні інтеграли I роду. Невласні інтеграли II роду

7. Застосування визначеного інтеграла: обчислення площ плоских фігур, обчислення об'ємів тіл обертання.

Диференціальні рівняння

8. Диференціальні рівняння, що допускають зниження порядку.
9. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами і правою частиною спеціального вигляду.
10. Системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.

Модульна контрольна робота

Метою модульної контрольної роботи (МКР) є закріплення та перевірка теоретичних знань із освітнього компонента, набуття студентами практичних навичок самостійного вирішення задач. Модульна контрольна робота виконується після вивчення частини матеріалу. Кожен студент отримує індивідуальне завдання (виконується до наступного першого заняття зимової сесії).

Розрахункова робота

Метою виконання розрахункової роботи (РР) є поєднання теорії та практики, що сприяє розвитку інженерних і аналітичних здібностей. Завдання РР студенти отримують індивідуально, за варіантами, які відповідають номеру прізвища студента у списку групи.

Для самостійної роботи студентам рекомендується користуватися навчально-методичними посібниками, конспектом лекцій, відповідною науковою літературою та періодичними виданнями. Усі матеріали для вивчення навчальної дисципліни є у кампусі та науково-технічній бібліотеці ім. Г. І. Денисенка.

На самостійну роботу студента відведено 166 годин навчального часу.

Розподіл самостійної роботи студента за годинами (166 год):

- опрацювання лекційного матеріалу 40 год.;
- робота з літературою – 46 год.;
- підготовка та написання контрольної роботи – 20 год.;
- виконання РР – 30 год.;
- підготовка до екзамену – 30 год.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Нормативні результати навчання, контрольні заходи та терміни виконання оголошуються студентам на першому занятті.

Відвідування занять

Відсутність на лекціях та на практичних заняттях не карається штрафними балами, однак студентам рекомендується відвідувати лекції та заняття, оскільки на них подається теоретичний матеріал та розвиваються уміння й навички, необхідні для виконання семестрової індивідуальної роботи.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів, а також мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм оцінювання не погоджуються відповідно до РСО результатів навчання.

Академічна доброчесність

Дотримання положень «Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділи 2 та 3) Співпраця студентів у розв'язанні проблемних завдань дозволена, але відповіді кожний студент захищає самостійно. Виявлення академічної недоброчесності (списування, плагіат) як і взаємодія студентів під час іспиту категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і педагогічних працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: виконання індивідуальних завдань і захист індивідуальних завдань. Індивідуальні завдання складаються з модульної контрольної роботи (за розділом 3) та розрахункової роботи (за розділами 1,2).

Семестровий контроль: екзамен.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) МКР;
- 2) розрахункову роботу;
- 3) захист індивідуальних завдань;
- 4) відповідь на екзамені.

1. Модульний контроль

МКР: ваговий бал – 15, якість виконання: 0 – 15.

%	Опис критеріїв
100	Отримано правильну відповідь, обґрунтовано всі ключові моменти розв'язування.
80	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування. Окремі ключові моменти розв'язування обґрунтовано недостатньо. Можливі 1-2 негрубі помилки чи описки в обчисленнях або перетвореннях, які не впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною.
60	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування, але розв'язано правильно лише частину завдання. Отримана відповідь може бути неправильною або неповною.
40	У правильній послідовності ходу розв'язування відсутні окремі ключові етапи. Отримана відповідь неправильна або завдання розв'язано неповністю.
20	Якщо студент почав розв'язування, але його записи не відповідають зазначеним вище критеріям оцінювання.
0	Якщо студент взагалі не приступив до розв'язування задачі.

2. Розрахункова робота

Ваговий бал – 25, якість виконання: 0–25.

Кожне завдання оцінюється, згідно з наступними критеріями:

%	Опис критеріїв
100	Отримано правильну відповідь, обґрунтовано всі ключові моменти розв'язування.
75	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування. Окремі ключові моменти розв'язування обґрунтовано недостатньо. Можливі 1-2 негрубі помилки чи описки в обчисленнях або перетвореннях, які не впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною.
50	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування, але розв'язано правильно лише частину завдання. Отримана відповідь може бути неправильною або неповною.
25	Якщо студент почав розв'язування, але його записи не відповідають зазначеним вище критеріям оцінювання.
0	Якщо студент взагалі не приступив до розв'язування задачі.

3. Захист індивідуальних завдань

Ваговий бал – 5, якість роботи: 0 – 5.

Бали	Опис критеріїв
5	Повна відповідь, студент логічно поєднує теоретичний матеріал з практикою та наводить конкретні приклади .

4	Якщо при відповіді на питання екзамену студент відображає знання основного змісту теми індивідуального завдання, але недостатньо розкриває деякі поняття, не наводить конкретні приклади.
3	Якщо при відповіді студент припускає помилки, не відображає знання основних понять або не може поєднати набуті знання з практикою.
2	Якщо при відповіді студент слабо орієнтується у програмному матеріалі, припускає грубі помилки у відповідях.
1	Якщо при відповіді студент виявив незнання змісту програмного матеріалу.
0	Якщо студент взагалі не приступив до відповіді на питання.

Максимальна кількість балів за захист індивідуальних завдань: $5 \times 2 = 10$ балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу студента

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить

$$R_c = 15 + 25 + 10 = 50 \text{ балів.}$$

R_c дорівнює 50 % від R, екзаменаційна складова шкали (R_e) дорівнює 50 % від R, таким чином, $R_e = 50$ балів, а рейтингова шкала з дисципліни становить:

$$R = R_c + R_e = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є:

- стартовий рейтинг R_c не менше ніж 60 % від R_c , тобто $R_c \geq 30$ балів (допусковий мінімум $R_d = 30$);
- зарахування модульної контрольної роботи;
- зарахування розрахункової роботи.

Необхідною умовою здачі екзамену є:

- екзаменаційний рейтинг студента R_e не менш ніж 60 % від максимально можливого R_e , тобто $R_e \geq 30$ балів.

Комплект екзаменаційних білетів має таку структуру: кожен білет містить дві частини – теоретичну і практичну.

Теоретична частина складається з двох питань по 10 балів, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

Бали	Опис критеріїв
10	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент у повному обсязі, безпомилково викладає програмний матеріал, логічно поєднує теоретичний матеріал з практикою та наводить конкретні приклади (якщо це вимагається у питанні).
8–9	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент відображає знання основного змісту курсу, але недостатньо розкриває деякі поняття, не наводить конкретні приклади.
5–7	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент припускає помилки, не відображає знання основних понять або не може поєднати набуті знання з практикою.
3–4	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент слабо орієнтується у програмному матеріалі, припускає грубі помилки у відповідях.
1–2	Якщо при відповіді на теоретичне питання екзамену студент виявив незнання змісту

	програмного матеріалу.
0	Якщо студент взагалі не приступив до відповіді на теоретичне питання.

Практична частина складається з трьох завдань по 10 балів, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

Бали	Опис критеріїв
10	Отримано правильну відповідь, обґрунтовано всі ключові моменти розв'язування.
8–9	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування. Окремі ключові моменти розв'язування обґрунтовано недостатньо. Можливі 1-2 негрубі помилки чи описки в обчисленнях або перетвореннях, які не впливають на правильність подальшого розв'язування. Отримана відповідь може бути неправильною.
5–7	Наведено логічно правильну послідовність кроків розв'язування, але розв'язано правильно лише частину завдання. Отримана відповідь може бути неправильною або неповною.
3–4	У правильній послідовності ходу розв'язування відсутні окремі його ключові етапи. Отримана відповідь неправильна або завдання розв'язано неповністю.
1–2	Якщо студент почав розв'язування, але його записи не відповідають зазначеним вище критеріям оцінювання.
0	Якщо студент взагалі не приступив до розв'язування задачі.

Під час екзамену, забороняється використання будь-яких довідкових матеріалів, телефонів та інших гаджетів.

Індивідуальний рейтинг студента RD дорівнює:

$$RD = r_c + r_e,$$

де r_c – сума балів, зароблених студентом протягом семестру, а r_e – сума балів, зароблених студентом на екзамені.

Для отримання студентом оцінки його RD переводиться згідно з таблицею:

$RD = r_c + r_e$	Оцінка
$RD \geq 95$	відмінно
$85 \leq RD < 95$	дуже добре
$75 \leq RD < 85$	добре
$65 \leq RD < 75$	задовільно
$60 \leq RD < 65$	достатньо
$RD < 60$	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

Якщо студент не допущений до екзамену основної сесії (не виконано необхідні умови допуску до екзамену), то йому надається можливість отримання допуску до екзамену додаткової сесії шляхом проведення додаткових контрольних заходів.

У випадку дистанційного навчання студент складає екзамен в режимі відеозв'язку згідно з розкладом сесії. У разі технічних збоїв (відключення світла, Інтернету, тощо) керуватися Регламентом проведення семестрового контролю в дистанційному режимі.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Передбачено можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук, доцентом *Кушлик-Дивульською Ольгою Іванівною*;

доцентом кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук, доцентом *Поліщук Оленою Борисівною*

Ухвалено кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 9 від 25.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією ХТФ (протокол № 10 від 26.06.2025 р.)