



МЕТОДИ МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ-2

Метод функції Гріна. Спеціальні функції

Силабус

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Освітня програма	Комп'ютерне моделювання фізичних процесів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС (120 годин), з них лекції 36 годин, практичні заняття 18 годин, самостійна робота 66 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота, індивідуальні завдання
Розклад занять	http://roz.kpi.ua , https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Д. ф.-м. н., професор Герасимчук В.С. https://mph.kpi.ua/osobovij-sklad.html
Розміщення курсу	платформа дистанційного навчання Sikorsky Distance, електронний кампус КПІ esampus.kpi.ua , сайт кафедри, інформаційні ресурси бібліотеки, група в Telegram

Програма навчальної дисципліни

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

1.1. Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Методи математичної фізики-2. Метод функції Гріна. Спеціальні функції» належить до циклу дисциплін *загальної підготовки*, які складають основу підготовки бакалаврів фізики.

Дана дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують математичний апарат майбутнього фахівця-фізика. Вона є запорукою успішного подальшого вивчення дисциплін професійної та практичної підготовки, застосування математичних методів для аналізу науково-природничих явищ. Вона орієнтована на здатність використовувати на практиці базові знання математичного апарату фізики при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів. Оволодіння методами математичної фізики дозволить студентам, крім підвищення їх математичної ерудиції, застосовувати набуті знання для розв'язування наукових і прикладних задач у таких різних галузях науки, як математика, фізика, біохімія, медицина та багатьох галузях сучасного високотехнологічного виробництва.

Другий кредитний модуль дисципліни «Методи математичної фізики» присвячений реалізації класичних методів лінійної математичної фізики та знайомству зі спеціальними функціями.

Мета навчальної дисципліни – навчити студентів способам побудови математичних моделей, які описуються диференціальними рівняннями у частинних похідних (ДРЧП) гіперболічного, параболічного та

еліптичного типів, та основним методам розв'язування і дослідження таких рівнянь. Розглядаються узагальнений метод Фур'є, метод функцій Гріна і вводяться спеціальні функції математичної фізики.

1.2. Предмет вивчення дисципліни

Предмет даного кредитного модуля є рівняння гіперболічного, параболічного та еліптичного типів, які розв'язуються методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій. Вивчається метод функції Гріна.

1.3. Результати навчання

Програмні компетентності:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності спеціальності(ФК)

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК 6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

ФК 9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК 10. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

ФК 11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень.

Програмні результати навчання

ПРН 9. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

ПРН 16. Вміти самостійно навчатися та підвищувати рівень своєї кваліфікації.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Навчальна дисципліна «Методи математичної фізики-2. Метод функції Гріна. Спеціальні функції» спирається на апарат лінійної та векторної алгебри, векторного та математичного аналізу, теорії диференціальних та інтегральних рівнянь, числових і функціональних рядів, ТФКЗ, перетворень Фур'є, загальної фізики, класичної механіки та електродинаміки, квантової механіки, чисельних і комп'ютерних методів обробки та зображення інформації, і забезпечує такі навчальні дисципліни як квантова механіка, статистична фізика, фізична кінетика, хвильова та квантова оптика, фізика атома та атомного ядра, фізика твердого тіла, тощо.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 5. Рівняння параболічного типу (друга частина)

Тема 5.4. Метод Фур'є для розв'язування неоднорідних крайових задач для рівняння теплопровідності.

Тема 5.5. Фундаментальний розв'язок рівняння теплопровідності.

Розділ 6. Рівняння еліптичного типу

Тема 6.1. Задачі, що приводять до рівнянь еліптичного типу. Крайові задачі для рівняння Лапласа.

Тема 6.2. Застосування методу відокремлення змінних до розв'язання крайових задач для рівняння Лапласа.

Тема 6.3. Формули Гріна. Інтегральне зображення гармонічної функції.

Тема 6.4. Побудова функцій Гріна для рівнянь еліптичного типу.

Тема 6.5. Функція Гріна оператора Лапласа задачі Діріхле.

Розділ 7. Спеціальні функції та їх застосування

Тема 7.1. Ейлерові інтегралі, гамма-функція. Дельта-функція Дірака та її властивості.

Тема 7.2. Рівняння Бесселя. Розв'язок рівняння Бесселя у вигляді рядів. Властивості функцій Бесселя I-го роду.

Тема 7.3. Циліндричні функції та їх властивості. Модифіковане рівняння Бесселя.

Тема 7.4. Рівняння та поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра.

Тема 7.5. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра. Просторова задача Діріхле для кулі.

Тема 7.6. Гармонічний осцилятор і поліноми Чебишова-Ерміта. Властивості поліномів Чебишова-Ерміта.

Тема 7.7. Розв'язування крайових задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій.

Тема 7.8. Розв'язування мішаних задач для рівнянь еліптичного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Перестюк М.О., Маринець В.В.* Теорія рівнянь математичної фізики. – Київ: Либідь, 2001. – 333 с.
2. *Tikhonov A.N. and Samarskii A.A.* Equations of mathematical physics. – Dover Publications, 2013. – 800 p.
3. *Koshlyakov N.S., Smirnov M.M., and Gliner E.B.* Differential equations of mathematical physics. North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1964, xvi+701 pp.
4. *Arsenin V.Ya.* Basic equations and special functions of mathematical physics. – Iliffe Books Ltd., London, 1968. – 361 p.
5. *Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Івасюк Г.П., Рева Н.В.* Основи класичної теорії рівнянь математичної фізики. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2015.–358 с.
6. *Піх С.С., Попель О.М., Ровенчак А.А., Тальянський І.І.* Методи математичної фізики. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – 404 с.

Допоміжна

7. *Вірченко Н.О.* Основні методи розв'язання задач математичної фізики. – К.: Інрес: Воля, 2006. – 332 с.
8. *Івасишен С.Д., Лавренчук В.П., Готинчан Т.І., Мельничук Л.М.* Рівняння математичної фізики: основні методи, приклади, задачі. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018.– 212 с.
9. *Шалдырван В.А., Герасимчук В.С.* Методы математической физики. – М.: Вузовская книга, 2006. – 512 с.
10. *Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н.* Сборник задач по математической физике. – М.: Наука, 1980. – 686 с.
11. *Mathews J., Walker, R.L.* Mathematical methods of physics. – New York : W.A. Benjamin; 2nd edition, 1970. – 501 p.
12. *Lawrence C. Evans.* Partial Differential Equations. – American Mathematical Society; 2nd edition, 2010. – 749 p.
13. *Герасимчук В.С.* Методи математичної фізики. Частина 1. Вступ до теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних [Електронний ресурс]: навч. посібник для студентів спеціальностей 104 Фізика та астрономія, 111 Математика. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 25 с. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46092>
14. *Герасимчук В.С.* Методи математичної фізики. Частина 2. Математичні моделі деяких поширених фізичних процесів [Електронний ресурс]: навч. посібник для студентів спеціальностей 104 Фізика та астрономія, 111 Математика. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 38 с. – Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/46095>
15. *Журавська Г.В., Качаєнко О.Б., Кузьма О.В., Рева Н.В., Стогній В.І.* Класичні методи розв'язування задач математичної фізики [Електронний ресурс] : навч. посібник для інженерних спеціальностей . – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 258 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/19879>
16. *Збірник завдань з вищої математики (типові розрахунки). Ч.2.* /Укладачі: Владіміров В.М., Пучков О.А., Шмигевський М.В. – Київ.: ІВЦ “Політехніка”, 2003. – 200 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Розділ 5. Рівняння параболічного типу (друга частина)

Тема 5.4. Метод Фур'є для розв'язування неоднорідних крайових задач для рівняння теплопровідності

Лекція 1. Розповсюдження тепла в стержні, кінці якого підтримуються при сталих або змінних температурах. Тепловий потік через бічну поверхню (2 год., [1-6,8,9]).

Тема 5.5. Фундаментальний розв'язок рівняння теплопровідності

Лекція 2. Поширення тепла на нескінченній прямій. Виведення формули для фундаментального розв'язку рівняння теплопровідності. Перетворення рівнянь в задачах теплопровідності (2 год., [1-6,8,9]).

Розділ 6. Рівняння еліптичного типу

Тема 6.1. Задачі, що приводять до рівнянь еліптичного типу. Крайові задачі для рівняння Лапласа

Лекція 3. Стаціонарне теплове поле. Потенціальна течія рідини. Потенціал стаціонарного потоку рідини та електростатичного поля. Крайові задачі для рівняння Лапласа: задачі Діріхле, Неймана, мішана задача (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 6.2. Застосування методу відокремлення змінних до розв'язання крайових задач для рівняння Лапласа

Лекція 4. Метод відокремлення змінних в криволінійній ортогональній системі координат. Рівняння Лапласа в сферичній та циліндричній системах координат. Фундаментальний розв'язок рівняння Лапласа в просторі та на площині (2 год., [1-6,8,9]).

Тема 6.3. Формули Гріна. Інтегральне зображення гармонічної функції

Лекція 5. Перша та друга формули Гріна. Інтегральне зображення гармонічної функції. Властивості гармонічних функцій. Принцип максимуму та наслідки з нього (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 6.4. Побудова функцій Гріна для рівнянь еліптичного типу

Лекція 6. Структура функцій Гріна. Побудова функцій Гріна першої крайової задачі (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 6.5. Функція Гріна оператора Лапласа задачі Діріхле.

Лекція 7. Побудова функції Гріна задачі Діріхле для рівняння Лапласа в кулі. Виведення формули Пуассона для розв'язків задачі Діріхле в кулі (4 год., [1-6,8,9-12]).

Розділ 7. Спеціальні функції та їх застосування

Тема 7.1. Ейлерові інтегралі, гамма-функція. Дельта-функція Дірака та її властивості

Лекція 8. Ейлерові інтегралі, гамма-функція та її властивості. Дельта-функція Дірака та її властивості (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 7.2. Рівняння Бесселя. Розв'язок рівняння Бесселя у вигляді рядів. Властивості функцій Бесселя I-го роду

Лекція 9. Розв'язок рівняння Бесселя у вигляді рядів. Властивості функцій Бесселя I-го роду (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 7.3. Циліндричні функції та їх властивості. Модифіковане рівняння Бесселя

Лекція 10. Функції Бесселя II-го та III-го роду. Модифіковане рівняння Бесселя (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 7.4. Рівняння та поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра

Лекція 11. Оператор Лапласа в сферичній системі координат. Рівняння та поліноми Лежандра. Приєднані функції Лежандра (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 7.5. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра. Просторова задача Діріхле для кулі

Лекція 12. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра. Просторова задача Діріхле для кулі. Усталена температура в кулі (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 7.6. Гармонічний осцилятор і поліноми Чебишова-Ерміта. Властивості поліномів Чебишова-Ерміта

Лекція 13. Гармонічний осцилятор, поліноми Чебишова-Ерміта та їх властивості (2 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 7.7. Розв'язування крайових задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій

Лекція 14. Розв'язування неоднорідних крайових задач для рівнянь гіперболічного та параболічного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій (4 год., [1-6,8,9-12]).

Тема 7.8. Розв'язування мішаних задач для рівнянь еліптичного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій

Лекція 15. Розв'язування неоднорідних крайових задач для рівнянь еліптичного типу методом Фур'є із застосуванням спеціальних функцій (4 год., [1-6,8,9-12]).

Практичні заняття

Завдання циклу практичних занять: засвоєння методу Фур'є розв'язування рівнянь математичної фізики в ортогональній системі координат та методу функцій Гріна. Відпрацювання навичок самостійного розв'язування.

Розділ 5. Рівняння параболічного типу (друга частина)

Заняття 1. Розв'язування мішаних задач для рівнянь параболічного типу (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [5-9].

Розділ 6. Рівняння еліптичного типу

Заняття 2. Крайові задачі для рівняння Лапласа. Метод відокремлення змінних для рівняння Лапласа. Рівняння та інтеграл Пуассона (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [5-9].

Заняття 3. Розв'язування задачі Діріхле для кола, кільця, сектора (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [5-9].

Заняття 4. Розв'язування задачі Діріхле для прямокутника, кулі (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [5-9].

Заняття 5. Функція джерела для рівняння Лапласа та її основні властивості. Побудова функцій Гріна для рівнянь еліптичного типу (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [5-9].

Розділ 7. Спеціальні функції та їх застосування

Заняття 6. Спектральні задачі. Циліндричні функції. Функції Бесселя. Рекурентні співвідношення (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [3,5-9].

Заняття 7. Властивості функцій Бесселя. Циліндричні функції інших типів та їх властивості (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [3,5-9].

Заняття 8. Оператор Лапласа в сферичній системі координат. Поліноми Лежандра (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [3,5-9].

Заняття 9. Властивості поліномів Лежандра. Приєднані Поліноми Лежандра. Кульові функції Лапласа та сферичні функції Лежандра (2 год.). Завдання для аудиторної та самостійної роботи [3,5-9].

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до практичних занять, виконання домашніх завдань (ДЗ) та домашньої контрольної роботи (ДКР) як індивідуального семестрового завдання. Це завдання містить відповідні варіанти задач Типового розрахунку №12 “Математична фізика” зі збірника завдань [16]. Індивідуальні семестрові завдання припускають комп’ютерне моделювання аналітичних розв’язків відповідних крайових задач математичної фізики. Терміни виконання: ДЗ – упродовж часу до наступного практичного заняття; ДКР – перша частина до першої атестації (першого семестрового контролю), друга частина – до другої атестації.

Кожного разу, починаючи на лекції нову тему викладачем наводяться приклади відповідних темі лекції фізичних (природних) явищ або процесів. Виходячи з їх фізичного змісту та сучасних уявлень будуються математичні моделі, в основі яких лежать рівняння у частинних похідних. На всіх етапах, починаючи з постановки задачі, побудови математичної моделі, вибору методів розв’язування, аналізу отриманих результатів до обговорення залучаються студенти, навчаючись упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані практичні результати, робити висновки. На заключних етапах розв’язування й особливо при аналізі результатів застосовуються комп’ютерні обчислювальні та графічні програми.

З метою вдосконалення навчального процесу, бажано замінити ДКР, передбачену існуючої програмою навчальної дисципліни, на курсіву роботу з ММФ, обов’язковим елементом якої було б використання методів комп’ютерного моделювання.

У наш час, у 21 столітті неможливо та й негоже обмежуватися, тільки класичними аналітичними методами (Д’Аламбера, Фур’є, функції Гріна та деякими іншими), якими б ефективними вони не були, розробленими ще в 18-19 століттях. Нині найважливішим доповненням до них є різні прийоми комп’ютерного моделювання, які дозволяють не тільки побудувати графік отриманого аналітичного розв’язку, тобто зобразити розв’язок у наочному вигляді, але і в багатьох випадках знайти цей розв’язок методами комп’ютерного моделювання.

Згадані вище (розділ 6) комп’ютерні методи побудови розв’язків крайових задач МФ дійсно використовуються в навчальному процесі. Але лише за рахунок ентузіазму викладача та його особистого часу. Існуючою програмою навчальної дисципліни вони не передбачені.

Слід зазначити також, що запланованих на практичні заняття на весь семестр лише 18 академічних годин вкрай недостатньо для такої неосяжної та трудомісткою дисципліни як методи МФ.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

7.1. Форми роботи

Навчальні заняття зазвичай проводяться у навчальних аудиторіях в off-line режимі. В умовах карантину використовується on-line режим із застосуванням усіх доступних наочних засобів подання матеріалу (Zoom, Meet Google, Skype та інше). Додатково студенти отримують всі навчальні та методичні матеріали в електронному кампусі, telegram-канали або по e-mail.

7.2. Правила відвідування занять

Заняття проводяться згідно з розкладом у навчальних аудиторіях, або в умовах карантину в on-line режимі в з використанням доступних засобів відео зв’язку за умови однозначної ідентифікації здобувача вищої освіти. Проведення занять в on-line режимі регламентується відповідним наказом по КПІ ім. Ігоря Сікорського.

За наявності поважних причин здобувач вищої освіти повинен завчасно (за 1 день) повідомити викладача про можливий пропуск контрольного заходу. Протягом наступного тижня здобувач вищої освіти має звернутися до викладача для погодження форми та порядку усунення заборгованості.

Якщо аудиторне заняття випадає на неробочий (святковий) день, то матеріал такого заняття частково переноситься в категорію «Самостійна робота студентів», а частково додається до наступного заняття.

7.3. Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні бали:

До 5 балів – за активну роботу щонайменше на 5-ти заняттях (обґрунтовані відповіді на запитання, самостійне розв’язування задач та їх аналіз, участь в обговореннях);

До 10 балів – студенту, який підготував і подав для у часті у студентській науковій конференції матеріал за тематикою навчальної дисципліни (за умови доповіді на конференції).

Штрафні бали:

Під час воєнного стану – не застосовуються.

8. Політика університету

8.1. Політика щодо академічної доброчесності

Безумовне дотримання положень «Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського» (розділ 3).

Усі завдання мають виконуватися самостійно! Співпраця студентів дозволена лише при розв'язанні проблемних завдань, але свій розв'язок кожен студент захищає самостійно. Взаємодія студентів під час іспиту/заліку категорично забороняється і будь-яка така діяльність вважається порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності. Політика та принципи академічної доброчесності, детальніше: <https://kpi.ua/code>

8.2. Норми етичної поведінки

Безумовне дотримання норм етичної поведінки, визначених у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»; детальніше: <https://kpi.ua/code>

Оцінювання та контрольні заходи

9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

9.1. Види контролю

Вид контролю	Спосіб контролю
Поточний контроль	Перевірка виконання індивідуальних завдань (ДКР), опитування за темою заняття
Календарний контроль	Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу; модульні контрольні роботи (МКР)
Семестровий контроль	Залік
Умови допуску до семестрового контролю	Семестровий рейтинг студента не менше 60 балів, за умови зарахування усіх індивідуальних завдань (ДКР)

9.2. Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Головна частина рейтингу студента формується завдяки *активній творчій праці* на практичних заняттях, виконанні поточних домашніх завдань та ДКР, результатах модульної контрольної роботи.

Види контролю:

- поточний контроль: фронтальний (усний, письмовий);
- календарний контроль проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, якість виконання ДКР. Кожен здобувач вищої освіти отримує свій підсумковий рейтинг по дисципліні.

1. Поточний контроль

Включає: експрес-опитування, опитування за темою заняття, написання МКР, захист ДКР.

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2, якість роботи – 0 - 2 (відповідь: повна – 2, неповна –1, відсутня – 0, бездоганна – 3).

Максимальна кількість балів за роботу на практичних заняттях – не обмежена.

2. Модульна контрольна робота

Складається з 2-х частин і виконується перед календарним контролем (атестацією) за пройденим на момент її написання матеріалом. Кожна частина МКР оцінюється в 15 балів.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу – 30 балів.

Переписування контрольної роботи з метою підвищення балу – не передбачене.

3. Індивідуальна домашня контрольна робота

Ваговий бал – 6. Оцінюється кожне індивідуальне завдання ДКР у процентному відношенні до правильно розв'язаних задач. Максимальна кількість балів за 5 індивідуальних завдань складає: $6 \times 5 = 30$ бали.

Кожне індивідуальне завдання ДКР захищається особисто.

Загальний семестровий рейтинговий бал:

$$R = R_{\text{ПЗ}} + R_{\text{МКР}} + R_{\text{ДКР}} = R_{\text{ПЗ}} + 30 + 30,$$

де $R_{\text{ПЗ}}$ – максимальна кількість балів за роботу на практичних заняттях, $R_{\text{МКР}}$ – максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу, $R_{\text{ДКР}}$ – максимальна кількість балів за індивідуальні завдання (ДКР).

2. Календарний контроль

Здійснюється двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу

Критерій	Перший	Другий
Термін	8-й тиждень	14-й тиждень
Умови отримання позитивного результату	якщо поточний рейтинговий бал складає не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю	якщо поточний рейтинговий бал складає не менше 50% від максимально можливого балу на момент календарного контролю

3. Семестровий контроль (залік)

Залік виставляється за результатами роботи семестрі. За основу береться загальний семестровий рейтинговий бал.

Якщо на момент семестрового контролю, за умови виконання всіх умов допуску до семестрового контролю, здобувача вищої освіти не задовольняє набрана кількість балів за семестр, то результати рейтингової оцінки скасовуються і здобувач вищої освіти здає залік. У цьому разі він може бути оцінений від 0 до 100 балів.

4 Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь,
доктором фіз.-мат. наук, професором Герасимчуком В.С.

Ухвалено кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 11 від 22.06.2023р.)

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 10 від 27.06.2023р.)