Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра математичної фізики та диференціальних рівнянь

ВИЩА МАТЕМАТИКА 3. МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровні технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	II курс, осінній семестр (3)
Обсяг дисципліни	**150/ 5 кредитів** Години: Лекції **36**; Практичні заняття (семінари) **36**; Лабор. заняття (комп'ют. практ.) **0**; Індив. заняття **0**; СРС **78**
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен: **+**; Залік: **-**; МКР (вказати кількість): **-**; РГР, РР, ГР (вказати кількість): **1**; ДКР (вказати кількість): **0**; Реферат (вказати кількість): **0**
Розклад занять	На сайті університету: rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: канд. фіз.-мат. наук, доцент Суліма Ольга Вікторівна olgasulimakpi@gmail.com Практичні заняття: канд. фіз.-мат. наук, доцент Суліма Ольга Вікторівна olgasulimakpi@gmail.com https://intellect.kpi.ua/profile/sov203
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua Сайт кафедри, інформаційні ресурси в бібліотеці

Програма навчальної дисципліни

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

Метою навчальної дисципліни «Вища математика 3. Математичний аналіз» є формування у студентів інтегральної компетентності – здатності до логічного мислення, аналізу та синтезу, формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту і здібностей, здатності розв'язувати складні

спеціалізовані задачі та практичні проблеми професійної діяльності у новітніх технологіях , використовувати методи математичного аналізу в інженерних розрахунках.
Мета курсу – сформувати у студентів знання, вміння і навички, необхідні для засвоення професійно орієнтованних дисциплін та дати необхідну базову математичну підготовку для розв'язування спеціалізованих задач приладобудування, розроблення, вдосконалення та експлуатації існуючих систем автоматизації з застосуванням сучасних програмно-технічних засобів та інформаційних технологій, виконання теоретичних досліджень об'єктів автоматизації.
Викладання математики передбачає:
– розвиток логічного і алгоритмічного мислення;
– оволодіння основними методами дослідження та розв'язання математичних задач;
– оволодіння основними чисельними методами математики;
– вміння самостійно застосовувати математичні знання та проводити математичний аналіз прикладних інженерних задач.
Завдання вивчення дисципліни є формування компетентностей:
ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях..
ЗК 2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
ФК 1. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.
ФК 3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.
ФК 4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
Програмні результати навчання (ПРН)
ПРН 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.
ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій..
ПРН 12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

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

Викладається в 3-му семестрі на базі повної середньої або середньої професійної освіти, знань, отриманих при вивченні дисципліни «Вища математика 1. Аналітична геометрія та лінійна алгебра» та «Вища математика 2. Диференційне числення».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Ряди.
Числові ряди. Функціональні ряди. Степеневі ряди. Ряди Фур'є.
Тема 2. Інтегральне числення функції багатьох змінних.
Подвійні інтеграли. Потрійні інтеграли. Криволінійні інтеграли 1-го та 2-го роду. Поверхневі інтеграли 1-го та 2-го роду.
Тема 3. Елементи теорії поля.
Скалярне поле. Похідна за напрямом. Градієнт. Векторне поле. Потік, циркуляція, дивергенція, ротор векторного поля. Оператор Гамільтона.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1.Дубовик В. П. Вища математика / В. П. Дубовик, І. І. Юрик – К.: Вища шк., 2013. – 648 с.
2.Кузьма О. В., Яцюк В. Т. Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли. Основи теорії поля: навчально-методичний посібник / О. В. Кузьма, В. Т. Яцюк– К: НТУУ "КПІ", 2016. – 113 с. /Електронне видання, затверджене Радою ФМФ 24.06.16, протокол № 6. – Електроний ресурс, об'єм файла 1,20 Мб; доступ: ***http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16675****.*
3. Грималюк В.П. Вища математика: У 2 ч.: навч. посіб. / Грималюк В.П., Кухарчук М.М., Ясінський В.В. – К.: Віпол, 2004. – Ч. 1. – 376 с.
4. Дубовик В.П. Вища математика. Збірник задач: навч. посіб. / Дубовик В.П., Юрик І.І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
5. Стрижак Т.Г. Математичний аналіз: приклади і задачі: навч. посіб. / Стрижак Т.Г., Коновалова Н.Р. – К.: Либідь, 1995. – 240 с.

Додаткова література

1. . Герасимчук В.С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах: У 3ч.: Навч. Посіб./ В.С. Герасимчук, Г.С. Васильченко, В.І. Кравцов. – К.: Книги України ЛТД, 2009. – Ч.1. –578с., 2010. – Ч.2. –470с., 2009. – Ч.3. –400с.
2. Збірник задач до розрахункових робіт з вищої математики: збірник завдань [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. Л. Гречко, М.Є. Дудкін. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,60 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021 – 280 с.
3. Вища математика. Елементи теорії поля і теорія рядів. Розрахункова робота [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: 2,27 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 110 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання - лекції, практичні заняття, індивідуальні завдання, самостійна робота студентів.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Перелік лекцій

Тема 1. Ряди

Лекція 1. **Числові ряди.**

1.1. Сума числого ряду. Збіжність і розбіжність числого ряду.

1.2. Властивості числових рядів. Необхідна умова збіжності ряду.

1.3. Гармонічний ряд.

1.4. Ряди з додатними членами. Інтегральна ознака Коші збіжності ряду.

1.5. Достатні ознаки збіжності рядів з додатними членами: ознака порівняння, ознака порівняння в граничній формі.

Лекція 2. **Достатні ознаки збіжності рядів з додатними членами. Знакопереміжні числові ряди.**

2.1. Ознака Даламбера.

2.2. Радикальна ознака Коші.

2.3. Знакопереміжні числові ряди. Абсолютна і умовна збіжність. Теорема Лейбніца.

Лекція 3. **Функціональні ряди.**

3.1. Збіжність і розбіжність функціональних рядів.

3.2. Рівномірна збіжність функціональних рядів. Критерій Коші рівномірної збіжності ряду.

3.3. Ознака рівномірної збіжності Вейєрштрасса.

3.4.Властивості рівномірно збіжних функціональних рядів: неперервність, диференціювання і інтегрування.

Лекція 4. **Степеневі ряди. Ряди Тейлора І Маклорена.**

4.1. Інтервал збіжності степеневого ряду. Теорема Абеля.

4.2. Радіус збіжності степеневого ряду. Теорема Коші-Адамара.

4.3. Властивості степенів рядів. Диференціювання і інтегрування степеневих рядів.

4.4. Основні поняття.

4.5. Критерій збіжності ряду Тейлора.

4.6. Біноміальний ряд. Розкладання в ряд Маклорена елементарних функцій:

$$y = e^x;\ y = sinx;\ y = cosx;\ y = \ln(1+x)\ ;\ y = arctgx.$$

Лекція 5. **Наближені обчислення за допомогою степеневих рядів.**

5.1. Інтегрування диференціальних рівнянь за допомогою степеневих рядів.

5.2. Наближене обчислення логарифмів.

5.3. Наближене обчислення значень функцій.

5.4. Наближене обчислення визначених інтегралів.

Лекція 6. **Ряди Фур'є.**

6.1. Тригонометричні ряди. Властивості тригонометричних рядів.

6.2. Ряди Фур'є. Коефіцієнти Фур'є.

6.3. Теорема Діріхле про достатню умову розкладання функції з періодом 2п у ряд Фур'є.

6.4. Ряди Фур'є для парних і непарних функцій з періодом 2п.

Лекція 7. **Тригонометричні ряди Фур'є для функцій будь-якого періоду.**

7.1 Ряди Фур'є для функцій з періодом *2l*. Ряди Фур'є для парних і непарних функцій з періодом *2l*.

7.2. Розкладання в ряд Фур'є за косинусами ф-ції, заданої на [0;*l*]

7.3. Розкладання в ряд Фур'є за синусами ф-ції, заданої на [0;*l*]

7.4. Ряд Фур'є для функцій, заданих на відрізку [0;*l*]

7.5. Комплексна форма ряду Фур'є.

Тема 2. Інтегральне числення функції багатьох змінних

Лекція 8. **Подвійний інтеграл. Застосування подвійного інтеграла.**

8.1. Означення подвійного інтеграла. Задача про об'єм циліндричного брусу.

8.2. Умови існування подвійного інтеграла. Критерій інтегровності.

8.3. Властивості подвійних інтегралів.

8.4. Обчислення подвійних інтегралів. Область D – прямокутник; область D – криволінійна область.

8.5. Заміна змінних у подвійному інтегралі. Подвійний інтеграл у полярних координатах та узагальнених полярних координатах.

8.6. Обчислення площі плоскої фігури.

8.7. Обчислення об'єму тіла.

8.8. Обчислення площі поверхні.

8.9. Застосування подвійних інтегралів до задач механіки.

Лекція 9. **Потрійний інтеграл.**

9.1. Задача про масу тіла. Означення потрійного інтеграла та його властивості. .

9.2. Умови існування потрійних інтегралів. Критерій інтегровності.

9.3. Обчислення потрійних інтегралів.

9.4. Заміна змінних в потрійному інтегралі. Потрійний інтеграл у циліндричних, сферичних і узагальнених сферичних координатах.

9.5. Обчислення об'єму тіла. Застосування потрійного інтеграла до задач механіки.

Лекція 10. **Криволінійні інтеграли 1-го роду (по довжині дуги).**

10.1. Означення криволінійного інтегралу 1-го роду.

10.2. Властивості криволінійного інтегралу по довжині дуги.

10.3. Обчислення криволінійного інтегралу 1-го роду для різних способів завдання кривої.

10.4. Застосування криволінійних інтегралів 1-го роду.

Лекція 11. **Криволінійні інтеграли 2-го роду (за координатами точок кривої).**

11.1. Задача про роботу змінної сили при переміщенні матеріальної точки вздовж деякої кривої.

11.2. Означення криволінійного інтегралу 2-го роду.

11.3. Основні властивості криволінійних інтегралів 2-го роду.

11.4. Достатні умови існування криволінійних інтегралів 2-го роду.

11.5. Обчислення криволінійного інтегралу 2-го роду для різних способів завдання кривої.

11.6. Зв'язок між криволінійними інтегралами 1-го та 2-го роду.

Лекція 12. **Умови незалежності криволінійного інтегралу 2-го роду від шляху інтегрування.**

12.1. Формула Гріна-Остроградського та її застосування до обчислення площі плоскої фігури.

12.2. Умови незалежності криволінійного інтегралу 2-го роду від шляху інтегрування.

12.3. Інтегрування повних диференціалів.

12.4. Застосування криволінійних інтегралів 2-го роду.

Лекція 13. **Поверхневі інтеграли 1-го роду (по площі поверхні).**

13.1. Означення поверхневого інтегралу 1-го роду.

13.2. Умови існування та обчислення поверхневих інтегралів 1-го роду.

13.3. Застосування поверхневих інтегралів 1-го роду до задач геометрії та механіки.

Лекція 14. **Поверхневі інтеграли 2-го роду (за координатами).**

14.1. Орієнтація поверхні.

14.2. Означення поверхневих інтегралів 2-го роду та їх властивості.

14.3. Умови існування та обчислення поверхневих інтегралів 2-го роду.

14.4. Зв'язок між поверхневими інтегралами 1-го та 2-го роду.

14.5. Формула Гаусса-Остроградського.

14.6. Формула Стокса.

Тема 3. Елементи теорії поля

Лекція 15. **Елементи теорії поля.**

15.1. Скалярне поле. Похідна за напрямом. Градієнт та його властивості.

15.2. Векторне поле. Векторні лінії. Потік векторного поля через поверхню та його обчислення різними методами.

15.3. Дивергенція векторного поля. Формула Гаусса-Остроградського у векторному вигляді.

15.4. Циркуляція векторного поля. Ротор векторного поля. Формула Стокса у векторному вигляді.

15.5. Спеціальні поля: потенціальне, соленоїдальне, гармонічне.

15.6. Оператор Гамільтона.

На практичних заняттях - Завдання до виконання (згідно до вказаного списку основної літератури)

Перелік практичних занять

Практичне заняття 1. Достатні ознаки збіжності знакододатних числових рядів. Дослідження на збіжність знакододатних числових рядів.

Практичне заняття 2. Знакопереміжні числові ряди. Дослідження на умовну та абсолютну збіжність.

Практичне заняття 3. Функціональні ряди. Теорема Вейєрштрасса про рівномірну та абсолютну збіжність. Дослідження функціонального ряду на рівномірну збіжність.

Практичне заняття 4. Знаходження області збіжності степеневих рядів.

Застосування степеневих рядів. Розкладання елементарних функцій у ряд Маклорена.

Практичне заняття 5. Наближені обчислення значень функцій, інтегралів. Знаходження розв'язку диференціальних рівнянь.

Практичне заняття 6. Розкладання функції у ряд Фур'є на інтервалі $[-\pi, \pi]$.

Практичне заняття 7. Розкладання у ряд Фур'є періодичних функцій з довільним періодом *2l*. Тест «Ряди».

Практичне заняття 8. Обчислення подвійних інтегралів. Заміна змінних у подвійному інтегралі. Обчислення подвійних інтегралів у полярній системі координат.

Практичне заняття 9. Застосування подвійних інтегралів.

Обчислення потрійних інтегралів. Заміна змінних у потрійному інтегралі: обчислення в циліндричній та сферичній системах координат.

Практичне заняття 10. Застосування потрійного інтегралу. Контрольна робота за темою «Кратні інтеграли».

Практичне заняття 11. Обчислення криволінійних інтегралів 1-го роду. Застосування криволінійних інтегралів 1-го роду.

Практичне заняття 12. Обчислення криволінійних інтегралів 2-го роду. Незалежність криволінійного інтеграла 2-го роду від форми шляху інтегрування. Застосування криволінійних інтегралів 2-го роду.

Практичне заняття 13. Обчислення поверхневих інтегралів 1-го роду.

Обчислення поверхневих інтегралів 2-го роду. Зв'язок між поверхневими інтегралами 1-го та 2-го роду. Застосування поверхневих інтегралів.

Практичне заняття 14. Елементи теорії поля: знаходження похідної за напрямком та градієнта скалярного поля. Обчислення потоку векторного поля через поверхню. Контрольна робота за темою «Потік векторного поля через поверхню».

Практичне заняття 15. Обчислення циркуляції, дівергенції, ротора векторного поля. Перевірка поля на потенціальність. Тест «Елементи теорії поля».

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами, підготовку до практичних занять, виконання домашньої контрольної роботи, виконання розрахункової роботи (розбивається на дві частини відповідно до семестрових планових атестацій).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- ***правила відвідування занять:***
  - *не запізнюватись на заняття; при запізненні більш ніж на 15 хв., заходити на другу пів пару, щоб не відволікати присутніх; попереджати про пропуск заняття з поважної причини чи у разі хвороби (підтвердити ксерокопією медичної довідки);*
  - *при навчанні в дистанційному режимі: Zoom-конференція за посиланням викладача;*
- ***правила поведінки на заняттях:***
  - *забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка безпосередньо не стосується дисципліни;*
  - *дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернеті або на платформі дистанційного навчання Moodle;*
  - *забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;*
- ***правила призначення заохочувальних та штрафних балів:***
  - *штрафні бали призначаються за несвоєчасне виконання та захист РГР, заохочувальні – за активність на практичних заняттях;*
  - *максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;*
- ***політика оцінювання контрольних заходів:***
  - *оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;*
  - *нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;*
  - *негативний результат оцінюється в 0 балів.*

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: https://kpi.ua/code.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: https://kpi.ua/code.

Оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

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

Поточний контроль (максимальна оцінка – 50 балів):

- опитування на практичних заняттях;
- виконання тематична контрольної роботи (ТКР1, ТКР 2);
- написання модульної контрольної роботи (МКР частини 1, 2);
- виконання та захист розрахункової роботи (РГР частини 1, 2);

Таблиця відповідності рейтингових балів видам поточного контролю.

Вид поточного контролю	*Максимально можлива кількість балів*
ТКР 1, ТКР 2	10 балів (5+5)
МКР (частини 1, 2)	20 балів (10+10)
РГР (частини 1, 2)	20 балів (10+10)

Критерії нарахування балів:

1. Виконання тематичної контрольної роботи.

Тематичні контрольні роботи (ТКР 1, ТКР 2) проводяться за темами розділу «Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії»

«відмінно» - 5 балів - Завдання виконані правильно, містять всі необхідні розрахунки, пояснення.

«добре - 4–4,5 балів - Завдання виконані правильно, але є недоліки. Зокрема, використані правильні підходи до розв’язання, але повністю відсутні пояснення, є помилки в розрахунках тощо. Однак, наявні недоліки свідчать не про відсутність знань та умінь, а про недостатню уважність під час виконання завдання.

«задовільно» - 3–3,5 балів - Завдання виконані частково або з деякими помилками. Зокрема, неправильно записана формула, що призвело до неправильної відповіді, є суттєві помилки в перетвореннях аналітичних виразів. Однак, відображено загальний правильний підхід при розв’язанні завдань.

«незадовільно» - 0 –2,5 балів - Завдання виконані неправильно або зі значними помилками (правильно виконано менше 60% смислових дій).

2. Виконання модульної контрольної роботи.

Модульна контрольна робота (МКР) складається з двох частин та проводиться за темами розділів «Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії», «Диференціальне числення функції однієї змінної». Модульна контрольна робота містить теоретичну та практичну частини.

«відмінно» - 9,5–10 балів - Відповідь на теоретичні питання повна та правильна, містить необхідні пояснення, аналітичні вирази та графіки. Практичні завдання виконані правильно, містять всі необхідні розрахунки, пояснення.

«добре» -7,5–9 балів - Відповідь на теоретичні питання достатньо повна та правильна, містить необхідні пояснення, аналітичні вирази та графіки. Однак, аналітичні вирази не містять пояснення компонентів, графіки не містять необхідних позначень, відповідь не проілюстровано прикладом. Практичні завдання виконані правильно, використані правильні підходи до розв'язання, але повністю відсутні пояснення, є помилки в розрахунках тощо. Отже, виконання завдань є недостатньо повним, але наведено не менше 75% змістовної інформації.

«задовільно» - 6–7 балів -Відповідь на теоретичні питання правильна, але неповна. У відповіді відсутні деякі необхідні аналітичні вирази або графіки. У відповіді присутня значна кількість інформації, що відповідає загальній тематиці питання, але не конкретизую ті аспекти, що зазначені в самому питанні. Практичні завдання виконані частково або з деякими помилками. Зокрема, невірно записана формула, що призвело до неправильної відповіді, є суттєві помилки в перетвореннях аналітичних виразів. Однак, відображено загальний правильний підхід при розв'язанні завдань. Повнота відповіді становить не менше 60 % змістовної інформації.

«незадовільно» - 0 – 5 балів - Відповідь на теоретичні питання становить менше 60 % правильної та змістовної інформації. У відповіді відсутні ключові пояснення, важливі аналітичні вирази. Практичні завдання виконані неправильно або зі значними помилками (правильно виконано менше 60% смислових дій).

3. Виконання розрахунково - графічної роботи.

Розрахункова робота (РГР) складається з двох частин та виконується за темами розділів «Вступ до математичного аналізу», «Диференціальне числення функції однієї змінної». Передбачено захист розрахункової роботи. До захисту студент допускається за умови правильного виконання всіх завдань з можливими незначними недоліками та помилками.

«відмінно» - 9,5–10 балів - Завдання виконані правильно, містять всі необхідні розрахунки, пояснення.

«добре» -7,5–9 балів - Завдання виконані правильно, використані правильні підходи до розв'язання, але повністю відсутні пояснення, є помилки в розрахунках тощо. Отже, виконання завдань є недостатньо повним, але наведено не менше 75% змістовної інформації.

«задовільно» - 6–7 балів - Завдання виконані частково або з деякими помилками. Зокрема, невірно записана формула, що призвело до неправильної відповіді, є суттєві помилки в перетвореннях аналітичних виразів. Однак, відображено загальний правильний підхід при розв'язанні завдань. Повнота відповіді становить не менше 60 % змістовної інформації.

«незадовільно» - 0–5 балів - Завдання виконані неправильно або зі значними помилками (правильно виконано менше 60% смислових дій).

Календарний контроль провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Таблиця відповідності термінів атестації умовам отримання атестації.

Термін атестації	*Умови отримання атестації*	
	Поточний рейтинг	*Поточний контрольний захід*

7-ий тиждень	≥ 50% від максимально можливої кількості балів на даний момент	ТКР 1, ТКР 2 МКР (частина 1)
13-ий тиждень	≥ 50% від максимально можливої кількості балів на даний момент	ТКР 1, ТКР 2 МКР (частини 1, 2) РГР (частини 1, 2)

Семестровий контроль: екзамен (максимальна оцінка – 50 балів).

Екзаменаційна робота складається з двох теоретичних питань та трьох практичних завдань. Кількість балів, які студент може отримати за висвітлення теоретичного питання або розв'язання практичного завдання:

– якщо дано повну відповідь на теоретичне питання або правильно розв'язане практичне завдання – 10 балів;

– якщо у відповіді на теоретичне питання або при розв'язуванні практичного завдання допущені непринципові помилки – 6 балів;

– якщо дано неповну відповідь на теоретичне питання або при розв'язуванні практичного завдання допущені помилки – 3 бали;

– якщо не дано відповідь на теоретичне питання або не виконано практичне завдання – 0 балів.

Рейтинг студента із засвоєння кредитного модуля визначається за 100-бальної шкалою та складається з балів, які студент отримує за всі види робіт поточного контролю та балів, отриманих при складанні екзамену.

Поточний контроль: експрес-опитування, опитування за темою заняття, написання контрольних робіт, тест.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за тематичну контрольну роботу, модульну контрольну роботу, зарахування розрахунково-графічної роботи. Семестровий рейтинг не менше 36 балів.

Перескладання екзамену відбувається у встановлений деканатом термін.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Числові ряди. Сума числового ряду. Збіжність і розбіжність числового ряду.

2. Властивості збіжних числових рядів.

3. Необхідна ознака збіжності числового ряду.

4. Гармонічний ряд $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n$.

5. Достатні ознаки збіжності рядів з додатними членами:

- *перша, друга ознаки порівняння;*
- *ознака Даламбера;*
- *радикальна ознака Коші;*
- *інтегральна ознака Коші; дослідити на збіжність* $\sum_{n=1}^{\infty} 1/n^{\alpha}$.

6. Знакопереміжні числові ряди. Теорема Лейбніца. Абсолютна та умовна збіжність.

7. Функціональні ряди. Ознака рівномірної збіжності Вейєрштрасса.

8. Степеневі ряди. Теорема Абеля.

9. Інтервал збіжності степеневого ряду. Обчислення радіуса збіжності степеневого ряду.

10. Інтегрування і диференціювання степеневих рядів.

11. Ряди Тейлора і Макларена. Біноміальний ряд. Розкладання в ряд Макларена елементарних функцій:

$$y = e^x;\ y = sinx;\ y = cosx;\ y = ln(1 + x)\ ;\ y = arctgx$$

12. Тригонометричні ряди. Властивості тригонометричних рядів.

13. Ряд Фур'є. Коефіцієнти Фур'є.

14. Теорема Діріхле про достатню умову розкладання функції з періодом 2π у ряд Фур'є.

15. Ряд Фур'є для парних і непарних періодичних функцій з періодом 2π.

16. Ряд Фур'є для функцій з періодом 2l. Ряд Фур'є для парних і непарних функцій з періодом 2l.

17. Розкладання в ряд Фур'є за косинусами ф-ції заданої на [0;l].

18. Розкладання в ряд Фур'є за синусами ф-ції заданої на [0;l]. Ряд Фур'є для функцій, заданих на відрізку [0;l].

19. Означення подвійного інтеграла. Теорема існування подвійних інтегралів. Геометричний зміст.

20. Обчислення подвійних інтегралів:

- *обл. D – прямокутник;*
- *обл D – криволінійна область.*

21. Властивості подвійних інтегралів.

22. Заміна змінних в подвійному інтегралі. Подвійний інтеграл в полярних координатах.

23. Застосування подвійних інтегралів:

- *площа плоскої фігури;*
- *об'єм тіла;*
- *площа поверхні;*
- *маса пластини, центр маси пластини, статичні моменти, моменти інерції пластини.*

24. Означення потрійного інтеграла. Теорема існування потрійних інтегралів.

25. Обчислення потрійних інтегралів.

26. Заміна змінних у потрійному інтегралі. Потрійний інтеграл у циліндричних, сферичних та узагальнених сферичних координатах.

27. Застосування потрійних інтегралів:

- *обчислення об'єму тіла;*
- *маса тіла, моменти інерції тіла відносно координатних осей, моменти інерції тіла відносно координатних площин, статичні моменти інерції тіла відносно координатних площин, координати центра маси тіла.*

28. Означення криволінійного інтеграла 1-го роду (по довжині дуги).
29. Обчислення криволінійних інтегралів 1-го роду. Крива АВ задана:

- *параметричними рівняннями* $x = x(t);\ y = y(t);\ t \in [c;\ d]$;
- *рівнянням* $y = f(x),\ x \in [a;\ b]$ *(у декартових координатах);*
- *рівнянням* $\rho = \rho(\varphi),\ \varphi \in [\alpha;\ \beta]$ *(у полярних координатах).*

30. Застосування криволінійних інтегралів 1-го роду: площа поверхні, довжина дуги кривої, маса кривої, статичні моменти кривої відносно координатних осей, моменти інерції кривої відносно координатних осей, координати центра маси кривої.
31. Означення криволінійного інтеграла 2-го роду (за координатами точок кривої).
32. Основні властивості криволінійних інтегралів 2-го роду.
33. Обчислення криволінійних інтегралів 2-го роду:

- *крива АВ задана параметричними рівняннями* $x = x(t);\ y = y(t);\ t \in [c;\ d]$;
- *крива АВ задана рівнянням у декартових координатах:* $y = f(x),\ x \in [a;\ b]$.

34. Формула Гріна.
35. Умови незалежності криволінійних інтегралів 2-го роду від шляху інтегрування.
36. Застосування криволінійних інтегралів 2-го роду : обчислення площі плоскої фігури.
37. Обчислення роботи плоскої сили вздовж кривої АВ за допомогою криволінійного інтеграла 2-го роду.
38. Поверхневі інтеграли 1-го роду. Застосування поверхневих інтегралів 1-го роду:

- *маса поверхні;*
- *статичні моменти поверхні відносно координатних площин;*
- *координати центра маси поверхні;*
- *моменти інерції поверхонь відносно координатних осей.*

39. Поверхневі інтеграли 2-го роду. Зв'язок між поверхневими інтегралами 1-го та 2-го роду. Формула Гаусса-Остроградського. Формула Стокса.
40. Елементи теорії поля. Скалярне поле. Похідна за напрямом. Градієнт та його властивості.
41. Векторне поле. Векторні лінії. Потік векторного поля через поверхню.
42. Циркуляція векторного поля.
43. Формула Остроградського-Гаусса. Дівергенція векторного поля.
44. Ротор векторного поля. Формула Стокса. Оператор Гамільтона.
45. Спеціальні поля: потенціальне, соленоїдальне, гармонічне.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):
Складено
доцент кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук, доцент Суліма Ольга Вікторівна
Ухвалено *кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 10 від 24.06. 2026 р.)*
Погоджено *Методичною комісією ФРП (протокол № 6/26 від 26.06.2026 р.)*