



## НАЗВА КУРСУ

### Математичний аналіз. Частина 1. Диференціальне числення

#### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>					
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>					
Спеціальність	<i>121 Інженерія програмного забезпечення</i>					
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці (Software Engineering of Intelligent Cyber-Physical Systems in Energy Industry)</i>					
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>					
Форма навчання	<i>очна</i>					
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, I семестр</i>					
Обсяг дисципліни	<i>150/5 кредитів</i>					
		Лекції	Практич. занят. (семінари)	Лабор. заняття (комп'ютер. практи.)	Індив. заняття	СРС
	Години	36	36	0	0	78
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен	Залік	МКР (вказати кількість)	РГР, РР, ГР (вказати кількість)	ДКР (вказати кількість)	Реферат (вказати кількість)
	+	-	1	1	0	0
Розклад занять	<i>На сайті університету, також сайті кафедри ПІЗЕ ІАТЕ</i>					
Мова викладання	<i>Українська</i>					
Інформація про керівника курсу / викладачів	<p>Лектор: <i>Владіміров Володимир Миколайович, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, <a href="mailto:vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua">vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua</a>, <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21">https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21</a>, ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-9991-2979">https://orcid.org/0000-0002-9991-2979</a></i></p> <p>Практичні:</p> <p><i>Владіміров Володимир Миколайович, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, <a href="mailto:vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua">vladimirov.volodumur@lil.kpi.ua</a>, <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21">https://intellect.kpi.ua/profile/vvm21</a>, ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-9991-2979">https://orcid.org/0000-0002-9991-2979</a></i></p> <p><i>Пилипенко Віта Анатолівна, старший викладач кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук, <a href="mailto:v.pylypenko.kpi@gmail.com">v.pylypenko.kpi@gmail.com</a>, <a href="https://intellect.kpi.ua/profile/pva21">https://intellect.kpi.ua/profile/pva21</a>, ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-0383-6271">https://orcid.org/0000-0002-0383-6271</a></i></p>					
Розміщення курсу	Посилання на дистанційні ресурси					
		Google classroom	Moodle LMS	Інше		
	Лекції	+	+	Viber, Telegram, <a href="https://ecampus.kpi.ua/">https://ecampus.kpi.ua/</a>		
Практика	+	+				

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

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей використовувати методи математичного аналізу для оволодіння необхідним математичним апаратом, що допомагає аналізувати, моделювати та розв'язувати прикладні інженерні задачі із застосуванням, де це можливо, обчислювальної техніки.

Програмні компетентності:

#### Загальні компетентності (ЗК)

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 6 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

#### Програмні результати навчання (ПРН)

ПРН 5 Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПРН 11 Вибирати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання.

#### Фахові компетентності (ФК)

ФК 14 Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

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

Вивчається в першому семестрі на базі курсу лінійної алгебри та аналітичної геометрії, повної середньої або середньої професійної освіти.

Вивчений матеріал є базою для вивчення курсу математичного аналізу 2, теорії ймовірності.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Розділ 1. Вступ до математичного аналізу

1) **Функція, її границя і неперервність:** дійсні числа; взаємно однозначна відповідність між дійсними числами і точками числової прямої; точкові множини; нижня і верхня межі в обмеженій множині; квантори; абсолютна величина числа; властивості абсолютних величин; функція, способи її задання; обернена функція; обернені тригонометричні функції; складена функція; класифікація функцій; основні елементарні функції; алгебраїчні функції; границя послідовності і функції; властивості границі функції; нескінченно малі і нескінченно великі функції; зв'язок між ними; лема про нескінченно малі функції; арифметичні операції над границями; перехід до границі в нерівності; теорема про границю проміжної функції; існування границі монотонної обмеженої послідовності; основні теореми про границі; перша і друга визначні границі; натуральні логарифми; гіперболічні функції; порівняння нескінченно малих; еквівалентні нескінченно малі функції; неперервність функції в точці, одностороння неперервність; точки розриву, їх класифікація; неперервність функції на інтервалі і на відрізку; арифметичні операції над неперервними функціями; неперервність складеної функції; теореми Коші і Вейерштрасса; рівномірна неперервність; теорема Кантора.

#### Розділ 2. Диференціальне числення функції однієї змінної

2) **Похідна та її обчислення:** задачі, які приводять до поняття похідної: обчислення швидкості, проведення дотичної; означення похідної; обчислення похідних від основних елементарних функцій; формула для приросту функції; неперервність функції, яка має похідну; правила обчислення похідних; похідна оберненої функції; похідні обернених тригонометричних функцій; похідна складеної функції; похідні гіперболічних функцій; таблиця похідних; логарифмічне диференціювання; похідна показниково-степеневі функції; односторонні похідні; приклад неперервної в точці функції, яка не має в цій точці похідної; диференційовність функції; диференціал функції; інваріантність форми запису диференціала; геометричний зміст диференціала; диференціал суми, добутку і частки; застосування диференціалів до наближених обчислень; диференціювання функцій, заданих параметрично; неявна функція; похідна неявно заданої функції; похідні і диференціали вищих порядків; формула Лейбніца; неінваріантність форми запису диференціала порядку вище першого; похідні вищих порядків від неявно і параметрично заданих функцій; терми Ферма, Ролля, Лагранжа, Коші; правило Лопіталя; формула Тейлора; розклад основних елементарних функцій за формулою Тейлора.

3) **Застосування похідної до деяких задач геометрії та алгебри:** рівняння дотичної і нормалі до кривої; кривина плоскої лінії; обчислення кривини; радіус і круг кривини; еволюта і евольвента; вектор-функція скалярного аргументу та її геометричне тлумачення; границя і похідна вектор-функції; правила диференціювання вектор-функції; рівняння дотичної до просторової кривої та нормальної площини до неї; наближене розв'язування рівнянь; методи хорд і дотичних.

4) **Дослідження функцій за допомогою похідних:** умови сталості функції; умови монотонності функції; максимуми, мінімуми функції; необхідна умова екстремуму; достатні умови екстремуму, які встановлюються за допомогою першої та другої похідних; найбільше і найменше значення неперервної функції на відрізку; опуклість і угнутість кривих; точки перегину, необхідна і достатня умова перегину; асимптоти; дослідження функції і побудова її графіка.

### Розділ 3. Інтегральне числення функції однієї змінної

5) **Невизначений інтеграл:** первісна функція; невизначений інтеграл, його властивості; інтегрування за допомогою заміни змінної в невизначеному інтегралі; таблиця інтегралів; інтегрування частинами; деякі рекурентні формули; інтегрування дробово-раціональних функцій; інтегрування деяких ірраціональних функцій; інтегрування біноміальних диференціалів; теорема Чебишева; інтегрування виразів, які містять тригонометричні функції; інтегрування виразів із квадратними тричленами; приклади елементарних функцій, первісні яких не є елементарними функціями.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основна література

- 1) Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища математика: навчальний посібник. — К.: "А.С.К.", 2006. — С. 648. — ISBN 966-539-320-0.
- 2) Вища математика. Збірник задач: начальний посібник / В. П. Дубовик [та ін.]. — К.: "А.С.К.", 2005. — С. 480. — ISBN 966-319-036-1.
- 3) Збірник завдань з вищої математики. Частина 1 / за ред. В. М. Владіміров, О. А. Пучков, М. В. Шмигевський. — К.: Політехніка, 2003.
- 4) Збірник завдань з вищої математики. Частина 2 / за ред. В. М. Владіміров, О. А. Пучков, М. В. Шмигевський. — К.: Політехніка, 2003.
- 5) Дудкін М. Є., Дюженкова О. Ю., Степахно І. В. Вища математика: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за інженерними спеціальностями. — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — С. 449. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51064/1/Dudkin\\_V\\_matymatyka\\_22.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51064/1/Dudkin_V_matymatyka_22.pdf).

##### Додаткова література

- 1) Дудкін М. Є., Дюженкова О. Ю., Степахно І. В. Вища математика. Практикум: навчальний посібник. — К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. — С. 409. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47504/1/Vyshcha%20matematyka\\_Praktykum.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/47504/1/Vyshcha%20matematyka_Praktykum.pdf).

- 2) Дудкін М. Є., Дюженкова О. Ю., Степахно І. В. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення функції однієї змінної. Збірник задач. — К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. — С. 65. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42207/1/Vstup\\_do\\_matemat\\_analizu.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42207/1/Vstup_do_matemat_analizu.pdf).
- 3) Веригіна І. В., Єрьоміна Т. О., Поварова О. А. Вища математика. Вступ до математичного аналізу: Методичні вказівки. — К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. — С. 27. — URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41281/1/Vyshcha-matematyka\\_Vstup-do-mat-an\\_MV.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41281/1/Vyshcha-matematyka_Vstup-do-mat-an_MV.pdf).
- 4) Шкіль М. І. Математичний аналіз : у двох частинах. Т. 1. — 3-е вид. — К.: Вища школа, 2005. — С. 447. — ISBN 966-642-284-0.
- 5) Герасимчук В. С., Васильченко Г. С., Кравцов В. І. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах: Невизначений, визначений та невластні інтеграли. Звичайні диференціальні рівняння. Прикладні задачі. — К.: Книги України ЛТД, 2010. — С. 470. — ISBN 978-966-2331-05-9.
- 6) Bartle R. G. Introduction to real analysis. — Wiley, 2011. — P. 402. — ISBN 9780471433316.
- 7) Pugh C. C. Real Mathematical Analysis. — Springer, 2015. — P. 478. — ISBN 9783319177700. — DOI: 10.1007/978-3-319-17771-7.

Основну та додаткову література можна знайти в мережі інтернет, в науково-технічній бібліотеці ім. Г. І. Денисенка, а також в електронних ресурсах у відповідному Google class.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

#### Перелік лекцій

### РОЗДІЛ 1. ВСТУП ДО МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ

#### Тема 1.1. Функція, її границя і неперервність

- Лекції 01-02. Дійсні числа та їх геометричне зображення. Абсолютна величина дійсного числа та її властивості. Множини дійсних чисел. Обмежені множини. Нижня і верхня межі в обмеженій множині. Поняття про комплексні числа. Функція, способи її задання. Обернена функція. Обернені тригонометричні функції. Складена функція. Класифікація функцій.
- Лекція 03. Границя функції і послідовності, основні властивості границі функції. Нескінченно малі і нескінченно великі функції та зв'язок між ними. Лема про нескінченно малі функції.
- Лекції 04-05. Арифметичні операції над границями. Перехід до границі в нерівності. Теорема про проміжну зміну, існування границі монотонної обмеженої послідовності. Перша і друга чудові границі. Натуральні логарифми. Гіперболічні функції. Порівняння нескінченно малих.
- Лекція 06. Неперервність функції в точці, одностороння неперервність функції в точці. Точки розриву, їх класифікація. Неперервність функцій на інтервалі і на відрізку. Арифметичні операції над неперервними функціями. Неперервність складної функції. Теорема Коші і Вейєрштраса. Рівномірна неперервність, теорема Кантора.

### РОЗДІЛ 2. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ

#### Тема 2.1. Похідна та її обчислення

- Лекція 07. Задачі, які приводять до поняття похідної. Похідна. Обчислення похідних від основних елементарних функцій.
- Лекція 08-09. Формула для приросту функції. Неперервність функції, яка має похідну. Правила обчислення похідних. Теорема про існування і неперервність оберненої функції. Похідна оберненої функції. Похідна обернених тригонометричних функцій. Похідна складної функції. Похідні гіперболічних функцій. Таблиця похідних. Похідна показниково-степеневі функції. Логарифмічне диференціювання. Односторонні похідні. Приклад неперервної функції в точці, яка не має в цій точці похідної.
- Лекція 10-11. Диференційовність функції. Диференціал функції. Зв'язок диференціала з похідною, геометричний зміст диференціалу. Застосування диференціала до наближених обчислень. Диференціал суми, добутку і частки. Диференціювання функцій, заданих параметрично.

*Неявна функція. Похідна функції заданої неявно. Похідні і диференціали вищих порядків. Формула Лейбніца. Теорема Ферма, Ролля, Лагранжа. Теорема Коші. Правило Лопіталя. Формула Тейлора.*

### **Тема 2.3. Дослідження функцій за допомогою похідних**

Лекція 12. *Умови сталості функції. Умови монотонності функції. Максимуми, мінімуми. Необхідна умова екстремуму. Достатні умови екстремума, які встановлюються за допомогою першої і другої похідної. Найбільше і найменше значення функції неперервної на відрізку. Опуклість і угнутість кривих. Точки перегину, необхідна і достатня умова перегину. Асимптоти. Дослідження функцій і побудова графіків.*

### **Тема 2.2. Застосування похідної до деяких задач геометрії та алгебри**

Лекція 13. *Параметричні рівняння просторової лінії. Векторна функція скалярного аргументу, її границя та похідна. Рівняння дотичної прямої та нормальної площини до просторової лінії. Механічний зміст першої та другої дотичних векторної функції скалярного аргументу.*

## **РОЗДІЛ 3. ІНТЕГРАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ**

### **Тема 3.1. Невизначений інтеграл**

Лекція 14. *Первісні функції, їх властивості. Невизначений інтеграл, означення та властивості. Таблиця інтегралів. Заміна змінної у невизначеному інтегралі.*

Лекція 15. *Інтегрування частинами невизначеного інтегралу. Приклади. Дробово - раціональні функції та їх інтегрування.*

Лекції 16-17. *Інтегрування тригонометричних функцій. Інтегрування деяких ірраціональних функцій. Інтегрування диференціальних біномів. Теорема Чебишева. Приклади елементарних функцій, інтеграли від яких не виражаються через елементарні функції. Інтегрування раціональних функцій від квадратичних тричленів.*

Лекція 18. *Оглядове заняття.*

### **Перелік тем лекцій, що виносяться на самостійне опрацювання**

- 1) Основні елементарні функції (означення, властивості, графіки).
- 2) Перша чудова границя.
- 3) Доведення теореми Коші.
- 4) Формула Тейлора.
- 5) Геометричний зміст похідної від вектор-функції. Правила диференціювання вектор-функції.
- 6) Властивості невизначеного інтеграла (доведення).
- 7) Розклад правильного раціонального дроби в суму найпростіших та їх інтегрування.

### **Перелік практичних занять**

## **РОЗДІЛ 1. ВСТУП ДО МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ**

### **Тема 1.1. Функція, її границя і неперервність**

Практичні заняття 01-02. *КРЗЗ-0. Комплексні числа в алгебраїчній, тригонометричній і показниковій формах, дії над ними. Формула Муавра. Добування кореня з комплексного числа. Формули Ейлера.*

Практичне заняття 3. *Поняття функції. Область визначення і область значень. Обернена функція. Побудова графіків елементарних функцій.*

Практичне заняття 4-5. *Границя послідовності. Обчислення границь послідовностей. Границя функції. Обчислення границь функції. (Отримання студентами завдань розрахункової роботи)*

Практичне заняття 6-7. *Обчислення границь функції з використанням 1-ї і 2-ї визначних границь. Еквівалентні нескінченно малі. Обчислення границь за допомогою еквівалентних нескінченно малих. Неперервність функції. Класифікація точок розриву функції.*

## РОЗДІЛ 2. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ

### Тема 2.1. Похідна та її обчислення

Практичне заняття 8-9. *Обчислення похідних явно заданих функцій. Обчислення похідних функцій, заданих параметрично, неявно. Диференціал функції. Наближені обчислення за допомогою диференціалів. (Здача та захист розрахункової роботи)*

Практичне заняття 10. *Похідні і диференціали вищих порядків. Правило Лопітала.*

### Тема 2.3. Дослідження функцій за допомогою похідних

Практичні заняття 11. *Зростання і спадання функцій. Точки екстремума. Дослідження функцій на опуклість і угнутість. Точки перегину графіка функції.*

Практичне заняття 12. *Асимптоти. Побудова графіків функцій. МКР-1 (частина 1) "Похідна".*

## РОЗДІЛ 3. ІНТЕГРАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЇ ОДНІЄЇ ЗМІННОЇ

### Тема 3.1. Невизначений інтеграл

Практичне заняття 13. *Обчислення невизначених інтегралів за таблицею. Заміна змінної у невизначеному інтегралі.*

Практичне заняття 14-15. *Інтегрування частинами невизначеного інтегралу. Інтегрування раціональних дробів.*

Практичне заняття 16-17. *Інтегрування виразів, що містять тригонометричні функції. Інтегрування деяких ірраціональних функцій. МКР-1 (частина 2), „Невизначений інтеграл”.*

Практичне заняття 18. *Оглядове заняття.*

### Перелік індивідуальних завдань

Розрахункова робота: „Вступ до математичного аналізу”: Збірник завдань з вищої математики (типові розрахунки). Частина 1. Укладачі: Владіміров В.М., Пучков О.А., Шмигевський М.В. – К.: ІВЦ „Політехніка”, 2003., РР-2, стор. 39) №6, 7, 8 а), 8 б), 10.

Всі матеріали необхідні студентам при вивченні курсу будуть опубліковані в Google class. Процес виконання та захисту індивідуальних завдань може також здійснюватися з використанням Moodle LMS, а також засобами, які доступні в Google class.

### 6. Самостійна робота студента

*Види самостійної роботи: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до аудиторних занять, розв'язок задач, виконання тестових завдань та домашніх робіт, виконання частин розрахункової роботи (розбивається на частини відповідно до переліку індивідуальних завдань).*

### Політика та контроль

#### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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. Взаємодія студентів під час захисту частин розрахункової, під час написання модульної контрольної роботи, під час виконання тестових завдань, а також завдань експрес-контролю категорично забороняється і будь-яка така діяльність буде вважатися порушенням академічної доброчесності згідно принципів університету щодо академічної доброчесності.

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

**Поточний контроль:** експрес-контроль, тестові завдання, опитування, домашні роботи, модульна контрольна робота, здача та захист розрахункової роботи.

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

**Семестровий контроль:** екзамен.

**Умови допуску до семестрового контролю:** відсутність заборгованостей, зарахування розрахункової роботи, семестровий рейтинг не менше 27 балів.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали ( $R = 100$ ), з них 50 балів складає стартова шкала ( $R_C = 50$ ) та 50 балів - екзаменаційна шкала ( $R_E = 50$ ). Сума вагових балів  $R_K$  з кожного контрольного заходу кредитного модуля дорівнює розміру стартової шкали  $R_C$  ( $R_C = \sum_K R_K = 50$ ).

1. Стартовий рейтинг  $r_C$  студента складається з балів  $r_K$ , що студент отримує протягом семестру з кожного контрольного заходу ( $r_C = \sum_K r_K$ ):
  - модульний контроль (МК) – 25 балів ( $\sum_K R_K = 25$ );
  - виконання розрахункових робіт (РР) – 20 балів ( $\sum_K R_K = 20$ );
  - експрес-контроль (роботи на лекційних та практичних заняттях і самостійної роботи в позааудиторний час) – 5 балів ( $\sum_K R_K = 5$ ).

Значення стартової рейтингової оцінки  $r_C$  доводиться до студентів на останньому занятті.

#### **2. Критерії нарахування балів стартової шкали**

**2.1 Модульний контроль (МК, ваговий бал – 25)** проводиться у вигляді контрольної роботи (КР) тривалістю 2 академічні години. КР складається з 4-8 завдань (можливе одне чи два теоретичних запитання (завдання)), які оцінюються по 2-6 балів. КР може бути поділена на декілька контрольних робіт (частин) (наприклад, дві одногодинні контрольні роботи, чи три контрольні роботи по 30 хвилин), кожна з яких оцінюється по  $R_K$  балів і складається з 2-5 завдань, які оцінюються по 1-4 бали. Максимальна кількість балів в сумі за всі КР складає 25 балів ( $25 = \sum_K R_K$ ). Кількість КР, їх структура та критерії оцінювання завдань доводяться до студентів завчасно.

**Практичне завдання на КР, за яке ставиться  $r_n$  балів, оцінюється за такими критеріями:**

- «відмінно», повне розв'язання (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;
- «добре», достатньо повне розв'язання з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;
- «задовільно», неповне розв'язання з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;
- «незадовільно», розв'язання не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

**Теоретичне запитання (завдання) на КР, за яке ставиться  $r_n$  балів, оцінюється за такими критеріями:**

- «відмінно» – повна відповідь, надані відповідні обґрунтування (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;
- «задовільно» – неповна відповідь з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

Якщо студент не з'явився на КР, його результат оцінюється нулем балів.

Рейтинг кожної частини КР вважається позитивним, якщо студент отримав не менше  $0,6R_K$  балів. Якщо студент отримав оцінку меншу  $0,6R_K$  балів за КР, то він зобов'язаний переписати цю роботу, але не більше двох разів (на розсуд викладача по можливості один раз до сесії та один раз після сесії). Робота оцінюється не більше, ніж у  $0,6R_K$  балів.

**2.2 Розрахункова робота (РР)** (ваговий бал - 20) виконується студентом в позааудиторний час і складається з 4 – 40 завдань, кожне з яких оцінюється в 0,2-2 бали. Всього 8 балів (40%). Захист РР оцінюється в 12 балів (60%) (рекомендовано 3 бали (25%) за захист практичної частини та 9 балів (75%) – теоретичної). РР може бути поділена на декілька РР (частин), кожна з яких оцінюється по  $R_K$  балів. Максимальна кількість балів в сумі за всі частини РР складає 20 балів ( $\sum_K R_K = 20$ ). Якщо РР поділено на декілька частин, то бали за перевірку та захист виставляються пропорційно до вагового балу кожної частини. Кількість частин РР, їх структура та критерії оцінювання завдань доводяться до студентів завчасно.

#### **Критерії оцінювання завдань при перевірці:**

- правильно і вчасно виконане завдання оцінюється в 0,2-2 бали;
- невчасно виконане завдання оцінюється не більше ніж в 60% від максимально можливої кількості балів;
- неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

#### **Критерії оцінювання кожної частини РР при перевірці в цілому:**

- якісно виконана робота – 8 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 7 балів;
- роботу виконано з певними незначними помилками – 6-5 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

До захисту кожної частини РР студент допускається за умови правильного виконання всіх завдань з можливими незначними недоліками та помилками, та набраними не менше 5 балів за всю роботу при перевірці.

Захист розрахункової роботи або її частини складається з одного теоретичного запитання з переліку, що наданий у додатку до робочої програми КМ, та одного чи двох практичних завдань, подібних до завдань РР (з теми).

**Теоретичне запитання на захисті РР або її частини оцінюється з  $r_n$  балів за такими критеріями:**

- «відмінно» – повна відповідь, надані відповідні обґрунтування (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;
- «задовільно» – неповна відповідь з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

#### **Практичне завдання на захисті РР оцінюється у $r_n$ балів за такими критеріями:**

- «відмінно», повне розв'язання (не менше 90% потрібної інформації) –  $(1...0,9)r_n$  балів;
- «добре», достатньо повне розв'язання з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) –  $(0,89...0,75)r_n$  балів;
- «задовільно», неповне розв'язання з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) –  $(0,74...0,6)r_n$  балів;
- «незадовільно», розв'язання не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

Якщо студент не з'явився на захист РР, його результат оцінюється нулем балів.

Рейтинг  $r_{PP}$  кожної частини РР вважається позитивним, якщо студент отримав не менше  $0,75R_K$  балів. Якщо студент отримав оцінку меншу  $0,75R_K$  балів, то він зобов'язаний



переписати захист цієї роботи, але не більше двох разів (на розсуд викладача по можливості один раз до сесії та один раз після сесії). Робота оцінюється не більше ніж у  $0,75R_K$  балів.

**2.3 Експрес-контроль** (ваговий бал – 5) проводиться з метою перевірки якості роботи студента на лекційних та практичних заняттях в аудиторії і самостійної роботи в позааудиторний час протягом семестру.

Для більш об'єктивної оцінки роботи студента викладач може проводити короткі контрольні або самостійні аудиторні роботи тривалістю 10 – 30 хвилин, чи задавати індивідуальні домашні роботи.

В кінці семестра викладачі, які проводили в навчальній групі заняття з кредитного модуля, узгоджують між собою і оцінюють результати роботи студента протягом семестру на лекційних та практичних заняттях і самостійної роботи в позааудиторний час. При виставленні рейтингової оцінки за експрес-контроль викладачі враховують відвідування студентом занять протягом семестру, вчасну та якісну здачу коротких контрольних, самостійних та індивідуальних домашніх робіт, роботу студента на заняттях. Значення рейтингової оцінки за експрес-контроль доводиться до студентів на останньому занятті.

**Критерії нарахування балів за експрес-контроль:**

- активна творча робота студента протягом семестру – 5-4 бали;
- плідна робота студента протягом семестру з незначними недоліками – 3-2 бали;
- студент працював протягом семестру, але з певними недоліками та помилками – 1 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

3. Календарна проміжна атестація студентів (на 8 та 14 тижнях семестрів) з КМ проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу студента на час атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «не атестовано». Також не атестується студент у разі невиконання або не захисту хоча б однієї з частин РР, термін подання якої був до тижня проведення атестації, або не написав на позитивну оцінку всі, заплановані на цей час, частини КР.

**4. Заохочувальні ( $r_3$ ) і штрафні ( $r_{III}$ ) бали:**

1. Призове місце у факультетській олімпіаді - (+) 1 - 4 бали;
  2. Призове місце в кафедральній олімпіаді - (+) 1 - 5 балів;
  3. За умови якісної підготовки і активної роботи на занятті одному або двом кращим студентам може додаватися як заохочування - (+) 1 бал;
  4. За кожен тиждень затримки виконання чи подання на перевірку однієї з частин РР без поважних причин - (-) 1 бал;
  5. Відсутність на захисті однієї з частин РР без поважних причин - (-) 1 бал.
- Сума як штрафних  $r_{III} = \sum r_{III}$ , так і заохочувальних  $r_3 = \sum r_3$  балів не має перевищувати  $0,1R_C = 5$  балів.

5. Необхідною умовою допуску студента до екзамену з дисципліни є позитивний рейтинг з усіх форм семестрової атестації (позитивний рейтинг з усіх частин КР та РР, не менше 27 балів). Студенти, які набрали протягом семестру менше 27 балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, усунувши поточні заборгованості, що призвели до цього, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

**6. Екзаменаційна робота** (ваговий бал - 50) проводиться відповідно до навчального плану у вигляді семестрового екзамену в терміни, встановлені графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою дисципліни. Форма проведення семестрового контролю – комбінована, зміст і структура екзаменаційних білетів

(контрольних завдань) та критерії оцінювання визначаються рішенням кафедри. На консультації доводяться до відома студентів правила проведення екзамену, критерії оцінювання, стартові рейтинги, а також зазначається, хто не допущений до екзамену і з якої причини. На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожен білет, як правило, містить два теоретичних питання і два практичних завдання (або два теоретичних питання і три практичних завдання). Перелік теоретичних питань та тем практичних завдань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Кожне теоретичне питання оцінюється у 13 балів, а практичне – 12 балів (і теоретичне питання і практичне завдання оцінюються у 10 балів).

Для більш об'єктивної оцінки рівня підготовки студента екзаменаторові надається право задавати додаткові питання в межах навчальної програми.

#### **Система оцінювання теоретичного питання:**

- «відмінно» – повна відповідь, надані відповідні обґрунтування (не менше 90% потрібної інформації) – 13-12 балів (10-9 балів);
- «добре» – достатньо повна відповідь з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) – 11-10 балів (8-7 балів);
- «задовільно» – неповна відповідь з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 9-8 балів (6 балів);
- «незадовільно», відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

#### **Система оцінювання практичного завдання:**

- «відмінно», повне розв'язання (не менше 90% потрібної інформації) – 12-11 балів (10-9 балів);
- «добре», достатньо повне розв'язання з незначними недоліками (не менше 75% потрібної інформації) – 10-9 балів (8-7 балів);
- «задовільно», неповне розв'язання з певними недоліками та деякими помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 8-7 балів (6 балів);
- «незадовільно», відповідь не відповідає вимогам до рівня «задовільно» – 0 балів.

Після оцінювання відповідей студента на екзамені (виконання екзаменаційної контрольної роботи та відповідей на додаткові питання) викладач підраховує суму  $r_E$  балів з екзаменаційної роботи. Рейтинг  $r_E$  вважається позитивним, якщо студент отримав не менше  $0,6R_E = 0,6 \cdot 50 = 30$  балів. Якщо студент отримав оцінку меншу  $0,6R_E = 30$  балів, то екзаменаційна робота оцінюється в 0 балів.

Під час виконання екзаменаційної роботи (підготовки до відповіді) студенти зобов'язані дотримуватися відповідних вимог кафедри. При виявленні факту використання студентом недозволених матеріалів, викладач має право припинити складання екзамену студентом і виставити незадовільну оцінку. При порушенні студентом встановлених правил внутрішнього розпорядку або морально-етичних норм поведінки на екзамені викладач має право усунути його від складання екзамену з позначкою "усунений" в екзаменаційній відомості.

### **7. Розрахункова шкала рейтингу роботи студента протягом семестру**

Рейтингова оцінка ( $RD$ ) з кредитного модуля, формується як сума балів поточної успішності навчання – стартового рейтингу  $r_C = \sum_K r_K$ , екзаменаційних балів  $r_E$ , з урахуванням

штрафних  $r_{III} = \sum r_{III}$  та заохочувальних  $r_3 = \sum r_3$  балів:

$$RD = r_C + r_E + r_3 + r_{III} = \sum_K r_K + r_E + \sum r_3 + \sum r_{III} .$$

Межею незадовільного навчання в університеті визначено 59 балів за 100-бальною рейтинговою шкалою.

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. Границя функції. Односторонні границі. Границя послідовності.
2. Нескінченно великі і нескінченно малі функції і зв'язок між ними. Властивості Н.М.Ф.
3. Властивості функцій, що мають границю (обмеженість). Теорема про представлення функції, що має границю. Теорема про єдиність границі.
4. Арифметичні операції над границями (сума, добуток, наслідки, частка).
5. Граничний перехід в нерівності.
6. Ознака існування границі функції. Монотонні послідовності. Ознака існування границі послідовності.
7. Перша визначна границя. Наслідки першої визначної границі .
8. Друга визначна границя. Наслідки другої визначної границі.
9. Порівняння Н.М.В. Таблиця еквівалентних.
10. Теорема про необхідну та достатню умову еквівалентності Н.М.В. Теорема про перехід до еквівалентних в границі.
11. Неперервність функції. Одностороння неперервність.
12. Теорема про арифметичні операції над неперервними функціями. Теорема про неперервність основних елементарних функцій.
13. Теорема про неперервність складної функції. Теорема про неперервність елементарних функцій.
14. Точки розриву. Класифікація точок розриву.
15. Властивості неперервних функцій. Теорема Больцано – Коші та Вейєрштрасса.
16. Задачі, що приводять до поняття похідної. Означення похідної, її геометричний і механічний зміст. Рівняння дотичної і нормалі.
17. Обчислення похідних від основних елементарних функцій.
18. Диференційованість функції. Неперервність функції, що має похідну.
19. Правила обчислення похідних. Похідна суми і добутку. Наслідки. Похідна частки. Похідна функцій  $tgx$  і  $ctgx$  .
20. Похідна оберненої функції. Похідні обернених тригонометричних функцій.
21. Похідна складної функції. Похідні гіперболічних функцій.
22. Похідна показниково - степеневої функції. Односторонні похідні. Приклад неперервної функції в точці, яка не має в цій точці похідної.
23. Диференціал функції. Зв'язок диференціала з похідною. Геометричне значення диференціала. Застосування диференціала для наближених обчислень. Правила обчислення диференціалів.
24. Інваріантність форми першого диференціала. Обчислення похідної параметрично заданої функції та неявно заданої функції.
25. Похідні і диференціали вищих порядків. Формула Лейбніца. Неінваріантність форми диференціала порядку вище першого.
26. Обчислення похідних вищих порядків від функції, заданої параметрично. Формула другої похідної.
27. Теорема Ферма. Теорема Ролля і її геометрична інтерпретація.
28. Теорема Коші. Теорема Лагранжа, її геометрична інтерпретація.
29. Правило Лопітала.
30. Формула Тейлора.
31. Розклад по формулі Тейлора функцій  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ .
32. Умови сталості функції. Зростання і спадання функції.
33. Максимуми і мінімуми. Необхідні умови екстремуму.

34. Достатні умови екстремуму, що встановлюються за допомогою першої і другої похідної.
35. Опуклість і вгнутість графіків функцій. Точки перегину.
36. Асимптоти.
37. Первісна функція. Властивості. Невизначений інтеграл. Теорема існування первісної та невизначеного інтеграла.
38. Основні властивості невизначеного інтеграла.
39. Інтегрування частинами у невизначеному інтегралі.
40. Заміна змінної в невизначеному інтегралі.
41. Інтегрування найпростіших (елементарних) дробів перших трьох типів.
42. Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса і косинуса, за допомогою універсальної тригонометричної підстановки.
43. Інтегрування функцій, раціональних відносно синуса і косинуса і непарних відносно синуса чи косинуса та парних відносно синуса і косинуса одночасно. Частинні випадки.
44. Інтегрування ірраціональних функцій. Інтегрування функцій, що містять квадратний тричлен.
45. Інтегрування біноміальних диференціалів. Теорема П.Л. Чебишева.
46. Тригонометричні підстановки.

- Можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (після погодження з лектором не пізніше ніж за два місяці до екзамену).

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

##### **Складено**

старшим викладачем кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ

Владіміровим Володимиром Миколайовичем;

старшим викладачем кафедри математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ, канд. фіз.-мат. наук  
Пилипенко Вітою Анатолівною.

**Ухвалено** кафедрою математичної фізики та диференціальних рівнянь ФМФ (протокол № 8 від 23.05.2024)

**Погоджено** Методичною комісією ІАТЕ (протокол № 10 від 25.06.2024)