



Комплексний аналіз

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	111 Математика
Освітня програма	Страхова та фінансова математика
Статус дисципліни	нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів ECTS/180 годин (108 год. – аудиторні: 54 год. – лекції, 54 год. – практичні заняття, 72 год. – на самостійну роботу студентів + консультації + іспит).
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/екзаменаційна письмова робота
Розклад занять	на тиждень: лекції – 3 год., практичні – 3 год. http://rozklad.kpi.ua http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=387ab037-6be1-4b2c-840e-90dd2e411f4d
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор, д. ф.-м. н. Задерей Петро Васильович, pvzaderey@gmail.com 067-583-44-34 Практичні: професор д. ф.-м. н. Задерей Петро Васильович, pvzaderey@gmail.com 067-583-44-34 Доцент, к. ф.-м. н. Голіченко Ірина Ігорівна, idubovetska@gmail.com 091-621-91-49
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Опис дисципліни	Відповідно до навчального плану навчальна дисципліна «Комплексний аналіз» (ПО11) належить до циклу професійної підготовки та має домінуюче значення у підготовці фахівця. Вона є необхідною для успішного засвоєння інших математичних дисциплін. Дана дисципліна ґрунтується на знаннях студентів, набутих при вивченні курсу «Математичний аналіз: функції однієї
-----------------	---

	<p>змінної», «Математичний аналіз: функції кількох змінних», «Аналітична геометрія». Дисципліна «Комплексний аналіз» є однією з фундаментальних професійних дисциплін, що складають теоретичну основу підготовки математиків. Знання та вміння, отримані студентом під час вивчення даної навчальної дисципліни, використовуються в подальшому при вивченні багатьох наступних дисциплін професійної підготовки фахівця з базовою та повною вищою освітою. При проходженні даної дисципліни студенти ознайомляться: диференціюванням функції комплексної змінної, умовами Коші-Рімана, гармонічними функціями, елементарними функціями комплексної змінної, інтегруванням функції комплексної змінної, степеневими рядами рядами Лорана. Вивчають лишки голоморфних функцій, застосування теорії лишків для обчислення інтегралів.</p>
Цілі дисципліни	<p>Метою навчальної дисципліни є:</p> <ul style="list-style-type: none"> • формування у здобувачів освіти логічного мислення, розвиток їх інтелекту та здібностей; • формування здатностей до необхідної інтуїції та ерудиції у питаннях застосування математики, виховання у студентів прикладної математичної культури; • формування здатностей самостійно використовувати і вивчати літературу з математики, розвивати гнучкість мислення, творчу самостійності та дію.
Предмет навчальної дисципліни	<p>Функції комплексної змінної, диференціювання функції комплексної змінної, інтегрування функції комплексної змінної, теорія лишків та її застосування.</p>
Компетентності	<p>Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних здатностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1) • Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК 3) • Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК 7) • Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 8) • Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК 9) • Здатність працювати автономно (ЗК 12) • Здатність проявляти творчий підхід та ініціативу (ЗК 16) • Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (ФК 1) • Здатність здійснювати міркування та виокремлювати ланцюжки міркувань у математичних доведеннях на базі аксіоматичного підходу, а також розташовувати їх у логічну послідовність, у тому числі відрізняти основні ідеї від деталей і технічних викладок (ФК3) • Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізняти правдоподібні аргументи від формально

	бездоганих (ФК4) • Здатність до аналізу математичних структур, у тому числі до оцінювання обґрунтованості й ефективності використовуваних математичних підходів (ФК8)
Програмні результати навчання	- Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми (РН4) - Розв'язувати задачі придатними математичними методами, перевіряти умови виконання математичних тверджень, коректно переносити умови та твердження на нові класи об'єктів, знаходити й аналізувати відповідності між поставленою задачею й відомими моделями (РН 10) - Розв'язувати конкретні математичні задачі, які сформульовано у формалізованому вигляді; здійснювати базові перетворення математичних моделей (РН11) - Відшукувати потрібну науково-технічну інформацію у науковій літературі, базах даних та інших джерелах інформації (РН12) - Знати теоретичні основи і застосовувати методи теорії функцій комплексної змінної (РН18)

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

Пререквізити: Дана навчальна дисципліна ґрунтується на знаннях студентів, набутих при вивченні дисциплін «Математичний аналіз: функції однієї змінної», «Математичний аналіз: функції кількох змінних», «Аналітична геометрія».

Постреквізити: Навчальна дисципліна «Комплексний аналіз» входить до циклу професійної підготовки та має домінуюче значення у підготовці фахівця. Отримані знання використовуються у подальшому під час вивчення навчальних дисциплін «Функціональний аналіз», «Методи математичної фізики».

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Практичні	СРС
1	2	3	4	5
Розділ 1. Функції комплексної змінної				
Тема 1.1. Комплексні числа. Криві та області на комплексній площині. Послідовності і ряди комплексних чисел	20	6	6	8
Тема 1.2. Неперервні функції комплексної змінної. Інтегрування функції комплексної змінної. Ряди, степеневі ряди.	26	8	8	10
Разом за розділом 1	46	14	14	18
Розділ 2. Диференціювання функцій комплексної змінної				

Тема 2.1. Похідна функції, умови Коші-Рімана.	17	5	5	7
Тема 2.2. Конформні відображення.	17	5	5	7
Разом за розділом 2	34	10	10	14
Розділ 3. Теорема Коші. Інтегральна формула Коші				
Тема 3.1. Інтегральна теорема Коші і формула Коші.	20	6	6	8
Тема 3.2. Регулярні функції.	20	6	6	8
Разом за розділом 3	40	12	12	16
Розділ 4. Ряди аналітичних функцій				
Тема 4.1. Рівномірно збіжні ряди аналітичних функцій.	14	4	4	6
Тема 4.2. Ряди Тейлора голоморфних функцій	14	4	4	6
Разом за розділом 4	28	8	8	12
Розділ 5. Теорія лишків та її застосування				
Тема 5.1. Ряди Лорана. Особливі точки.	14	4	4	6
Тема 5.2. Теореми про лишки. Застосування лишків до обчислення інтегралів	18	6	6	6
Разом за розділом 5	32	10	10	12
МКР 1	2	-	2	-
МКР 2	2	-	2	-
РГР				
Екзамен			-	
Всього годин	180	54	54	72

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Комплексний аналіз: навчальний посібник/П. В. Слюсарчук, Т. В. Боярищева, М.С. Герич, О.О. Погоріляк, О.О. Синявська, Г.І. Сливка-Тилищак. – Ужгород: «Шарк», 2020. – 174 с. <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/30613>

2. Шека Д.Д. Комплексний аналіз (в прикладах і задачах). Навчальний посібник для студентів спеціальності “Прикладна фізика та наноматеріали”. – Київ: факультет радіофізики, електроніки та комп’ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2019 – 130 с.

3. Тесленко Л.С., Чадаєв О.М., Менько Я.П. Комплексний аналіз. – Миколаїв: МНУ, 2019. – 121 с.

4. Коренков М.С., Кальчук І.В., Харкевич Ю.І. Комплексний аналіз. – Луцьк: 2019, 470 с.

5. Комплексний аналіз. Розрахункова робота [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 111 “Математика” / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.В. Дрозд, Н.М. Задерей, П.В. Задерей, І.І. Голіченко. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,87 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/22573>

Додаткова література

6. Комплексний аналіз: підручник / Т. А. Мельник. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. – 192 с.

7. «Комплексний аналіз. Приклади і задачі: навчальний посібник» / В.Г. Самойленко, В.А. Бородін, Г.В. Верьовкіна, А.В. Ловейкін, І.Б. Романенко / За редакцією В.Г. Самойленко. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2010.

8. Гольдберг А.А., Шеремета М.М., Заблоцький М.В., Скасків О.Б. Комплексний аналіз. – Львів: Афіша, 2002.
9. Грищенко О.Ю. Нагнибіда М.І., Настасієв П.П. Теорія функцій комплексної змінної. Розв'язання задач. – К.: Вища школа, 1994. – 375 с.
10. Давидов М.О. Елементи теорії функцій комплексної змінної, Київ: “Радянська школа”, 1968.
11. Алексеева І.В., Гайдей В.О., Диховичний О.О., Коновалова Н.Р., Федорова Л.Б., Дудко А.Ф., Москвичова К.К. Ч. 10. Теорія функцій комплексної змінної
12. Павлова Л.В., Редькіна О.І. Теорія аналітичних функцій. Збірник вправ. – К.: Вища школа, 1980. 213 с.

Дистанційні курси:

- Алексеева І.В., Гайдей В.О., Диховичний О.О., Коновалова Н.Р., Федорова Л.Б., Дудко А.Ф., Москвичова К.К.
- Ч.10. Теорія функцій комплексної змінної <http://www.uuooi.org/english/viewforum.php?f=269>
- Ч.11. Інтегральні перетворення Фур'є та Лапласа <http://www.uuooi.org/english/viewforum.php?f=286>
- Комплексний аналіз-2 <https://do.ipk.kpi.ua/enrol/index.php?id=350>
- Повний курс лекційних і практичних завдань з «Комплексного аналізу» проф О. Б. Скасківа <http://mmf.lnu.edu.ua/st/tc/1866>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Комплексні числа, дії над ними. Геометричне зображення комплексного числа. Теореми про модуль і аргумент комплексного числа. Числова сфера. Нескінченно віддалена точка.
2	Границі. Ряди. Критерій Коші. Поняття збіжного і розбіжного ряду. Необхідна ознака збіжності ряду. Дії над рядами.
3	Функції комплексної змінної. Поняття функції комплексної змінної. Поняття області. Крива Жордана. Неперервність функції комплексної змінної.
4	Ряди функцій. Поняття рівномірно збіжного ряду. Ознака його збіжності.
5	Степеневі ряди. Поняття області збіжності степеневого ряду. Перша теорема Абеля. Круг збіжності.
6	Визначення радіусу збіжності степеневого ряду, його рівномірна збіжність. Друга теорема Абеля.
7	Похідна функції комплексної змінної. Умови КРЕДа.
8	Поняття аналітичної функції. Спряжені гармонічні функції.
9	Однолисті функції. Обернені функції. Диференціювання степеневих рядів.
10	Елементарні функції: показникова, тригонометрична, гіперболічна. Радикал, логарифм і арксинус.
11	Інтеграл від функції комплексної змінної та їх основні властивості. Інтегрування рівномірно збіжного ряду.
12	Теорема Коші. Поняття невизначеного інтегралу в комплексній області.
13	Теорема Коші для системи контурів. Застосування теореми Коші.
14	Інтегральна формула Коші.

15	Теорема Морера. Існування похідних всіх порядків для аналітичної в області функції.
16	Інтеграл типу Коші. Про граничні значення інтеграл типу Коші. Формули Сохоцького. Інтеграл Пуассона.
17	Рівномірно збіжні ряди аналітичних функцій. Перша теорема Вейерштраса. Ряд Тейлора. Поняття голоморфної функції.
18	Принцип максимального модуля. Нулі аналітичної функції. Нерівність Коші для коефіцієнтів степеневого ряду. Теорема Ліувілля. Друга теорема Вейерштраса.
19	Ряд Лорана. Правильна і головна частини ряду Лорана. Три типи особливих точок.
20	Усувна особлива точка. Поліус. Зв'язок між нулем і поліусом. Поведінка аналітичної функції в околі особливої точки.
21	Поведінка аналітичної функції в нескінченності. Розклад в ряд Лорана в околі нескінченно віддаленої точки.
22	Умови перетворення інтеграла типу Коші в інтеграл Коші. Простіші класи аналітичних функцій.
23	Загальна теорія лишків. Поняття лишку. Основна теорема про лишки.
24	Обчислення лишків в особливих точках різних типів.
25	Лишок функції відносно нескінченно віддаленої точки. Обчислення інтегралу $\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \varphi(z) \frac{f'(z)}{f(z)} dz$
26	Застосування теорії лишків. Основна теорема алгебри. Теорема Руше.
27	Застосування теорії лишків до обчислення визначених інтегралів.

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Комплексні числа, дії над ними. Геометричне зображення комплексного числа. Теорема про модуль і аргумент комплексного числа. Числова сфера. Нескінченно віддалена точка. Завдання для СРС [4], §1.
2	Границі. Ряди. Основний принцип теорії границь. Поняття граничної точки. Теорема Больцано-Вейерштраса. Критерій Коші. Поняття збіжного і розбіжного ряду. Необхідна ознака збіжності ряду. Дії над рядами. Поняття абсолютно збіжного ряду. Завдання для СРС [4], §2
3	Функції комплексної змінної. Поняття функції комплексної змінної. Поняття області. Крива Жордана. Неперервність функції комплексної змінної. Теорема про рівномірну неперервність. Лема Гейне-Бореля. Завдання для СРС [4], §3
4	Ряди функцій. Поняття рівномірно збіжного ряду. Теорема про неперервність суми ряду. Ознака рівномірно збіжного ряду Завдання для СРС [4], §§2,6.
5	Степеневі ряди. Поняття області збіжності степеневого ряду. Перша теорема Абеля. Круг збіжності. Завдання для СРС [4], §6.
6	Визначення радіуса збіжності. Рівномірна збіжність степеневого ряду. Друга

	теорема Абеля. Завдання для СРС [4]
7	Похідна функції комплексної змінної. Умови КРЕД. Завдання для СРС [4], §2.
8	Аналітичні функції. Спряжені гармонічні функції Завдання для СРС [4], §2.
9	Однолисті функції. Обернені функції. Елементарні функції. Диференціювання степеневих рядів. Показникові, тригонометричні і гіперболічні функції. Радикал, логарифм і арксинус.
10	Інтеграли від функцій комплексної змінної та їх основні властивості. Інтегрування рівномірно збіжного ряду. Завдання для СРС [4], §10.
11	Теорема Коші. Поняття невизначеного інтегралу в комплексній області. Теорема Коші для системи контурів. Застосування теореми Коші. Завдання для СРС [4], §10
12	МКР – 1.
13	Формула Коші. Теорема Морера.
14	Існування похідних всіх порядків для аналітичної в області функції. Завдання для СРС [4], §10.
15	Інтеграл типу Коші. Про граничні значення інтеграл типу Коші. Формули Сохоцького. Інтеграл Пуассона. Завдання для СРС [4], §10
16	Рівномірно збіжні ряди аналітичних функцій. Перша теорема Вейерштраса. Ряд Тейлора. Поняття голоморфної функції. Завдання для СРС [4], §11.
17	Принцип максимального модуля. Нулі аналітичної функції. Нерівність Коші для коефіцієнтів степеневого ряду. Теорема Ліувілля. Друга теорема Вейерштраса. Завдання для СРС [4], §14.
18	Ряд Лорана. Правильна і головна частини ряду Лорана. Три типи особливих точок. Завдання для СРС [4], §§19, 20
19	Усувна особлива точка. Поліус. Зв'язок між нулем і поліусом. Поведінка аналітичної функції в околі особливої точки. Завдання для СРС [4], §§19, 20
20	Поведінка аналітичної функції в нескінченності. Розклад в ряд Лорана в околі нескінченно віддаленої точки. Завдання для СРС [4], §20
21	Умови перетворення інтеграла типу Коші в інтеграл Коші. Простіші класи аналітичних функцій. Завдання для СРС [4], §20
22	Загальна теорія лишків. Поняття лишку. Основна теорема про лишки. Обчислення лишків в особливих точках різних типів. Завдання для СРС [4], §21
23	Лишок функції відносно нескінченно віддаленої точки. $\frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma} \varphi(z) \frac{f'(z)}{f(z)} dz$ Обчислення інтегралу Завдання для СРС [4], §21
24	МКР – 2

25	Застосування теорії лишків. Основна теорема алгебри. Теорема Руше. Завдання для СРС [4], §§22, 23
26	Застосування теорії лишків до обчислення визначених інтегралів. Завдання для СРС [4], §§22, 23
27	Сумування деяких рядів з допомогою лишків Завдання для СРС [4], §§22, 23

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх завдань;
- виконання домашньої контрольної роботи (тестові завдання в дистанційних курсах на платформі Moodle);
- підготовка та виконання модульної контрольної роботи;
- підготовка до іспиту.

Контрольні роботи

Запланована одна модульна контрольна робота, яка поділяється на дві контрольні роботи:

1. МКР-1. «Інтеграли від функції комплексної змінної».
2. МКР-2. «Застосування лишків».

Мета модульних контрольних робіт – виявити рівень засвоєння відповідних модулів, підрахування балів за кредитно-модульною системою модулів.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, розв'язування задач на практичних заняттях та при виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять, виконання розрахункової типової роботи, підготовку до МКР та іспиту.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

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

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навчальний час	Розподіл навчальних годин	Контрольні заходи
---------	----------------	---------------------------	-------------------

	кредити	акад. год.	Лекц.	Практич.	Лаб. роб.	СРС + Екз.	МКР	ТРР	Семестрова атестація
1	6	180	54	54	-	72	2	1	екз.

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

- 1) відповіді на практичних заняттях;
- 2) дві модульні контрольні роботи (МКР можуть бути поділені на декілька контрольних робіт) ;
- 3) типову розрахункову роботу (ТРР поділена на декілька робіт, згідно тем)
- 4) відповідь на екзамені.

Розмір стартової шкали $R_C = 50$ балів.

Розмір екзаменаційної шкали $R_E = 50$ бали.

Розмір шкали рейтингу $R = R_C + R_E = 100$ балів.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал –5. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 15 балів.

0.0 – відмова від відповіді, незнання необхідного теоретичного матеріалу;

0.5 – знання окремих фрагментів з теоретичного матеріалу, невміння їх застосовувати;

1.0 – знання окремих фрагментів теоретичного матеріалу, вміння деякі з них застосовувати;

1.5 – поверхневе знання теоретичного матеріалу, розв’язування задачі за допомогою викладача;

2.0 – добре знання теоретичного матеріалу, вміння його застосовувати;

2.5 – досконале знання теоретичного матеріалу, майже самостійне розв’язування задачі

2. Модульний контроль

Ваговий бал -30. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює 30 балів.

Критерій оцінювання МКР:

відсутність на контрольній роботі – 0 балів,

оцінка МКР (в балах) дорівнює величині відсотка (від максимальної кількості балів 20) її виконання.

При виконання < 60% контрольна робота не зараховується.

3. Розрахункова типова робота (ТРР).

Ваговий бал – 15.

Критерій оцінювання ТРР:

Невиконання ТРР – 0 балів. ТРР виконується і захищається частинами, що за змістом відповідають модульній контрольній роботі. Ця частина ТРР здається до написання МКР, а сама МКР є її захистом.

Оцінка ТРР (у балах) дорівнює величині відсотка (від максимальної кількості балів 15) її виконання з

урахуванням результату написання відповідної МКР.

При виконанні менше 60% ТРР вона не зараховується і повинна бути доопрацьована.

За несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання ТРР зараховується не більше 60% .

4. Відповідь на екзамені

Ваговий бал – 50.

Кількість рейтингових екзаменаційних балів дорівнює величині відсотка (від максимального балу 50) виконання екзаменаційної роботи. При виконанні менше 60% (<30 балів) екзаменаційної роботи вона не зараховується і повинна бути написана повторно.

Заохочувальні бали нараховуються за успішний виступ на математичній олімпіаді (максимально 5 балів за семестр).

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% від запланованої кількості балів. Для отримання “зараховано” з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен також мати на менше ніж 50% від запланованої кількості балів.

У разі неможливості написання з поважних причин модульної контрольної роботи, йому надається можливість переписати її протягом двох наступних тижнів.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

Студент допускається до екзамену, якщо його рейтинг семестру не менший 30 балів, при цьому він має хоча б одну позитивну атестацію, зараховані модульні контрольні роботи та типовий розрахунок (які виконано не менше, ніж на 60%).

Якщо рейтинг семестру менший 30 балів, студент може написати допускову контрольну роботу.

При успішному (не менше 60% правильно розв’язаних задач) її написанні рейтинг семестру дорівнюватиме 30 балам.

Таблиця переведення рейтингової оцінки R з навчальної дисципліни

$R = R_C + R_E$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95100	A	відмінно
8594	B	дуже добре
7584	C	добре
6574	D	задовільно
6064	E	достатньо
30	Fx	незадовільно
$R_C \geq 30$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	F	не допущений

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

У випадку дистанційної форми навчання організація освітнього процесу здійснюється з застосуванням електронної пошти, Telegram, відео-конференцій в Zoom, онлайн-дошки Jamboard та освітньої платформи Moodle.

Поточний контроль може проводитись у вигляді тестових контрольних робіт в Moodle.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором кафедри МА та ТЙ, доктором фіз.-мат. наук, професором Задереем Петром Васильовичем

Ухвалено кафедрою МА та ТЙ (протокол № 12 від 19.06.2023 р.)

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