

Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра інформатики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан фізико-математичного
факультету

Каленик М.В.

« 31 » серпня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИЩА МАТЕМАТИКА З КОМП'ЮТЕРНОЮ ПІДТРИМКОЮ

перший (бакалаврський) рівень

галузь знань **Інформаційні технології**

спеціальність **122 Комп'ютерні науки**

освітньо-професійна програма **Комп'ютерні науки**

мова навчання **українська**

Погоджено науково-методичною
комісією фізико-математичного
факультету

« 31 » серпня 2021 р.

Голова: Одінцева О.О., к. ф-м. н, доц.

О.О.

Суми – 2021

Розробники:

Друшляк Марина Григорівна – доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, доцент

Семеніхіна Олена Володимирівна – доктор педагогічних наук, професор

Петренко Сергій Іванович – кандидат педагогічних наук, доцент

Робоча програма розглянута і схвалена на засіданні кафедри інформатики

Протокол № 11 від «29» серпня 2021 р.

Завідувач кафедри

Семеніхіна О.В., доктор педагогічних наук, професор



Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни			
		денна форма навчання			
Кількість кредитів – 16	Бакалавр	Обов'язкова			
		Рік підготовки			
1,2					
Семестр					
1		2	3	4	
Лекції					
16		16	16	16	
Практичні, семінарські					
32		32	32	32	
Лабораторні					
-		-			
Самостійна робота					
72		70	72	70	
Консультації					
		2		2	
Вид контролю:					
залік	екзамен	залік	екзамен		
Загальна кількість годин – 480					

1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у майбутніх бакалаврів з комп'ютерних наук професійної компетентності через розвиток інформатико-математичних знань, достатніх для провадження професійної діяльності, розвиток алгоритмічного мислення, формування умінь розв'язувати типові задачі вищої математики з використанням комп'ютерних засобів.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Шкільний курс математики та інформатики

3. Результати навчання за дисципліною

Результати навчання за дисципліною узгоджуються з вимогами Стандарту спеціальності 122 і впливають на розвиток:

К. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов;

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення й аналізу інформації з різних джерел;

ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним

ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення

ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт

ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань

ЗК14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні

СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування;

ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

4. Критерії оцінювання результатів навчання

Викладання курсу ґрунтується на принципах академічної доброчесності, що передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного і підсумкового контролю результатів навчання; посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право.

К-сть балів	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
90–100	Студент у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, вільно самостійно та аргументовано користується теоретичними знаннями та отриманим практичним досвідом під час усних виступів; застосовує набуті знання при виконанні лабораторних завдань, може пояснити хід розв'язання задачі, аргументувати його ефективність; демонструє результати виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою
82–89	Студент володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, здатний теоретично обґрунтовувати обрані шляхи розв'язання завдань, успішно виконує лабораторні роботи з використанням спеціалізованих джерел; при викладенні окремих питань допускає несуттєві неточності та\або незначні помилки; демонструє результати виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою.
74–81	Студент в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, здатний критично оцінювати джерела, проте у відповідях припускається помилок, які після вказівки здатний усунути; демонструє результати виконання всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою.
64–73	Студент володіє матеріалом лекцій, але не може навести власних прикладів, не може пояснити процес виконання лабораторної роботи, аргументувати алгоритм вирішення завдань; ситуативно здатний розв'язувати поставлені завдання, успішно виконує завдання за зразком, проте без аргументації та обґрунтування відповідає на запитання, недостатньо володіє теоретичними основами теми; лабораторні роботи виконує з суттєвими неточностями та\ або помилками; лабораторних робіт виконує та захищає понад 66%.
60–63	Ситуативно володіє матеріалом лекцій, але не виявляє бажання розширювати чи поглиблювати власні знання; орієнтується в основних поняттях, але відчуває труднощі у наведенні прикладів, аргументації положень, поясненні процесів та функціоналу програмних засобів; ситуативно здатний до критичного аналізу та

К-сть балів	Критерії оцінювання навчальних досягнень студента
	пошуку потрібних джерел; демонструє результати виконання не менше половини від всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою.
35–59	Студент не володіє теоретичним матеріалом. Виконання практичних завдань викликають значні труднощі; неправильно вибирає відповідний програмний засіб для опрацювання даних; демонструє результати виконання менше половини від всіх видів навчальної роботи, передбачених робочою програмою.
1–34	Студент не володіє теоретичним матеріалом з дисципліни. Допускає принципові помилки, не може пояснити алгоритм розв'язування типових практичних завдань.

Розподіл балів

Розподіл балів (I семестр)

Поточний контроль				ІНДЗ	Колоквіум	Разом
КРН№1	КРН№2	КРН№3	КРН№4			
15	15	15	15	15	25	100

Розподіл балів (II семестр)

Поточний контроль				ІНДЗ	Іспит	Разом
КРН№1	КРН№2	КРН№3	КРН№4			
15	15	15	15	15	25	100

Розподіл балів (III семестр)

Поточний контроль				ІНДЗ	Колоквіум	Разом
КРН№1	КРН№2	КРН№3	КРН№4			
15	15	15	15	15	25	100

Розподіл балів (IV семестр)

Поточний контроль				ІНДЗ	Іспит	Разом
КРН№1	КРН№2	КРН№3	КРН№4			
15	15	15	15	15	25	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену, заліку, курсового проекту (роботи), практики
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
74 – 81	C	
64 – 73	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

5. Засоби діагностики результатів навчання

Система оцінювання є адитивною і передбачає накопичення балів за різними видами робіт: виконання контрольних робіт, ІНДЗ, екзамен (II і IV семестри).

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія (семестр 1)

Тема 1.1. Елементи теорії множин і математичної логіки. Множини і підмножини. Операції над множинами. Елементи математичної логіки. Висловлення і логічні операції над ними. Предикати. Логічні операції над предикатами. Квантори. Комп'ютерна візуалізація множин та операцій над ними.

Тема 1.2. Елементи лінійної алгебри. Визначники. Матриці та дії над ними. Обернена матриця. Системи лінійних рівнянь. Методи розв'язування систем лінійних рівнянь. Метод Гауса. Метод Крамера. Метод оберненої матриці. Розв'язування систем лінійних рівнянь у спеціалізованих середовищах.

Тема 1.3. Елементи векторної алгебри. Вектори і лінійні дії над ними. Системи координат. Точки і вектори у системі координат. Скалярний, векторний і змішаний добутки векторів. Комп'ютерна візуалізація векторів. Розрахунок скалярного, векторного і змішаного добутків векторів у спеціалізованих середовищах.

Тема 1.4. Елементи аналітичної геометрії. Лінія на площині та її рівняння. Пряма на площині. Поверхні і лінії в просторі та їх рівняння. Пряма в просторі. Площина в просторі. Лінії другого порядку. Поверхні другого порядку. Комп'ютерна візуалізація геометричних об'єктів.

Розділ 2. Функція однієї змінної (семестр 2)

Тема 2.1. Функції та їх найпростіші класифікації. Поняття функції. Способи задання функції. Парні і непарні функції. Періодичні функції. Обмежені функції. Монотонні функції. Комп'ютерна візуалізація функцій та їх властивостей.

Тема 2.2. Границя і неперервність функції. Границя послідовності. Границя функції в точці. Границя функції на нескінченності. Нескінченні функції. Неперервність функції. Властивості функцій, неперервних на відрізку. Розрахунки границь у спеціалізованих середовищах.

Тема 2.3. Диференціальне числення ФОЗ. Означення похідної. Правила диференціювання. Основні теореми диференціального числення. Похідні та диференціали вищих порядків. Опуклість і угнутість функції. Дослідження функцій та побудова їх графіків. Знаходження похідної у спеціалізованих середовищах, визначення проміжків зростання/спадання, опуклості/угнутості.

Тема 2.4. Інтегральне числення ФОЗ. Первісна. Невизначений інтеграл. Табличні інтеграли. Основні методи інтегрування функцій. Визначений інтеграл. Властивості. Формула Ньютона-Лейбніца. Геометричні застосування визначеного інтеграла. Знаходження невизначених і визначених інтегралів у спеціалізованих середовищах.

Розділ 3. Функція кількох змінних (семестр 3)

Тема 3.1. Диференціальне числення ФКЗ. Границя і неперервність ФКЗ. Частинні похідні та диференційовність ФКЗ. Екстремум ФКЗ. Умовний екстремум ФКЗ. Комп'ютерна візуалізація ФКЗ. Знаходження частинних похідних ФКЗ у спеціалізованих середовищах, пошук екстремумів.

Тема 3.2. Інтегральне числення ФКЗ. Подвійний інтеграл та його властивості. Задача про об'єм просторового тіла. Геометричні та фізичні застосування подвійного інтеграла. Комп'ютерна

візуалізація тіл інтегрування. Знаходження подвійних інтегралів у спеціалізованих середовищах.

Тема 3.3. Потрійний інтеграл та його властивості. Застосування кратних інтегралів. Комп'ютерна візуалізація поверхонь інтегрування. Знаходження кратних інтегралів у спеціалізованих середовищах. Криволінійні інтеграли I і II роду та їх застосування. Формула Остроградського. Знаходження потрійного інтеграла в спеціалізованих середовищах.

Тема 3.4. Ряди. Означення числового ряду. Збіжність числового ряду. Ознаки збіжності додатного числового ряду. Знакомінні числові ряди. Абсолютна і умовна збіжність. Функціональні ряди. Степеневі ряди. Ряд Тейлора. Розклад функцій в ряд Тейлора. Тригонометричні ряди. Ряд Фур'є. Побудова наближень функцій функціональними рядами у спеціалізованих середовищах.

Розділ 4. Диференціальні та інтегральні рівняння (семестр 4)

Тема 4.1. Диференціальні рівняння першого порядку. Типи ДР першого порядку та методи їх розв'язання. ДР другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Однорідні й неоднорідні ДР. Особливі розв'язки та особливі точки диференціального рівняння першого порядку. Диференціальні рівняння, не розв'язані відносно похідної. Типи особливих точок: вузол, сідло, центр, фокус. Рівняння Лагранжа. Рівняння Клеро. Практичні застосування диференціальних рівнянь першого порядку. Розв'язування ДР у спеціалізованих середовищах. Візуалізація множини розв'язків.

Тема 4.2. Диференціальні рівняння вищих порядків. Задача Коші. Диференціальні рівняння, які допускають пониження порядку. Поняття лінійно незалежної системи функцій. Визначник Вронського. Структура загального розв'язку. Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера. Лінійні неоднорідні ДР зі сталими коефіцієнтами. Метод Лагранжа (варіації довільних сталих). Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Застосування диференціальних рівнянь другого порядку зі сталими коефіцієнтами до опису коливальних рухів. Інтегрування диференціальних рівнянь за допомогою степеневих рядів. Розв'язування ДР вищих порядків у спеціалізованих середовищах. Візуалізація множини розв'язків.

Тема 4.3. Системи звичайних диференціальних рівнянь. Метод виключення та інтегровних комбінацій розв'язання систем ДР у нормальній формі. Зведення ДР n-го порядку до нормальної системи й обернена задача. Лінійні однорідні системи ДР. Визначник Вронського. Фундаментальна система розв'язків. Лінійні однорідні системи зі сталими коефіцієнтами. Метод Ейлера. Лінійні неоднорідні системи ДР. Структура загального розв'язку лінійної неоднорідної системи. Метод варіації довільних сталих. Метод невизначених коефіцієнтів розв'язування неоднорідних систем зі сталими коефіцієнтами. Поняття про теорію стійкості. Розв'язування систем ДР у спеціалізованих середовищах. Візуалізація множини розв'язків.

Тема 4.4. Інтегральні рівняння. Основні означення та поняття. Фізичні задачі, які приводять до інтегральних рівнянь. Зв'язок між інтегральними рівняннями та задачею Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Лінійні інтегральні рівняння. Метод послідовних наближень для рівняння Фредгольма та рівняння Вольтерра. Метод ітерованих ядер для рівняння Фредгольма. Метод ітерованих ядер для рівняння Вольтерра. Розв'язування інтегральних рівнянь у спеціалізованих середовищах. Візуалізація множини розв'язків.

6.2. Структура та обсяг навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
Лекції		Практ.	Лаборат.	Конс.	Сам.раб.	
Тема 1.1. Елементи теорії множин і математичної логіки.	30	4	8			18
Тема 1.2. Елементи лінійної алгебри.	30	4	8			18
Тема 1.3. Елементи векторної алгебри.	30	4	8			18
Тема 1.4. Елементи аналітичної геометрії.	30	4	8			18
Усього за 1-й семестр	120	16	32			72
Тема 2.1. Функції та їх найпростіші класифікації.	30	4	8			18
Тема 2.2. Границя і неперервність функції.	30	4	8		2	16
Тема 2.3. Диференціальне числення ФОЗ.	30	4	8			18
Тема 2.4. Інтегральне числення ФОЗ.	30	4	8			18
Усього за 2-й семестр	150	16	32		2	70
Тема 3.1. Диференціальне числення ФКЗ.	30	4	8			18
Тема 3.2. Інтегральне числення ФКЗ.	30	4	8			18
Тема 3.3. Потрійний інтеграл та його властивості.	30	4	8			18
Тема 3.4. Ряди.	30	4	8			18
Усього за 3-й семестр	120	16	32			72
Тема 4.1. Диференціальні рівняння першого порядку.	30	4	8			18
Тема 4.2. Диференціальні рівняння вищих порядків.	30	4	8		2	16
Тема 4.3. Системи звичайних диференціальних рівнянь.	30	4	8			18
Тема 4.4. Інтегральні рівняння.	30	4	8			18
Усього за 4-й семестр	150	16	32		2	70
Усього годин	300	64	128		4	284

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Елементи теорії множин і математичної логіки.	2
2.	Знайомство з системами комп'ютерної математики. GeoGebra. Maple.	4
3.	КР1	2
4.	Системи лінійних рівнянь. Метод Гауса.	2
5.	Матриці і дії над ними. Матричні рівняння.	2
6.	Метод Крамера	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7.	КР2	2
8.	Елементи векторної алгебри. Добуток векторів.	2
9.	Метод координат.	2
10.	Розв'язування типових задач векторної алгебри в GeoGebra і Maple.	2
11.	КР3	2
12.	Елементи аналітичної геометрії. Пряма на площині. Пряма і площина у просторі.	2
13.	Лінії 2-го порядку.	2
14.	Поверхні другого порядку. Побудова кривих і поверхонь в GeoGebra і Maple.	2
15.	КР4	2
	Усього за I семестр	32
1.	Функції та їх найпростіші класифікації. Елементарні перетворення графіків функцій	2
2.	Способи задання функцій в GeoGebra і Maple. Побудова графіків	4
3.	КР1	2
4.	Границя послідовності. Обчислення границь. Чудові границі.	2
5.	Границя і неперервність функції.	2
6.	Обчислення границь в GeoGebra і Maple.	2
7.	КР2	
8.	Диференціальне числення ФОЗ. Похідна ФОЗ. Похідні вищих порядків.	2
9.	Зростання і опуклість ФОЗ.	2
10.	Дослідження функції та побудова графіка.	2
11.	КР3	2
12.	Невизначений інтеграл. Основні методи інтегрування.	2
13.	Визначений інтеграл. Геометричні застосування визначеного інтеграла.	2
14.	Використання GeoGebra і Maple для обчислення інтегралів	2
15.	КР4	2
	Усього за II семестр	32
1.	ФКЗ. Частинні похідні та диференціали.	2
2.	Екстремум функції. Знаходження найбільшого і найменшого значення функції на області	2
3.	Використання Maple для знаходження екстремумів	2
4.	КР1	2
5.	Подвійний інтеграл. Область інтегрування	2
6.	Геометричний і фізичний зміст подвійного інтеграла	2
7.	Використання Maple для знаходження подвійних інтегралів	2
8.	КР2	2
9.	Потрійний інтеграл. Тіло інтегрування	2
10.	Геометричний і фізичний зміст потрійного інтеграла	2
11.	Використання Maple для знаходження кратних інтегралів	2
12.	КР3	2
13.	Числові ряди.	2
14.	Функціональні ряди	2
15.	Використання Maple для знаходження суми ряду, області збіжності, наближення функцій	2
16.	КР4	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Усього за III семестр	32
1.	Задача Коші. Загальний і частинний розв'язок ДР	2
2.	Диференціальні рівняння першого порядку.	2
3.	Використання Maple для розв'язування ДР 1-го порядку	2
4.	КР1	2
5.	ДР 2-го порядку зі сталими коефіцієнтами	2
6.	Окремі види ДР вищих порядків та методи їх розв'язування	2
7.	Використання Maple для розв'язування ДР вищих порядків	2
8.	КР2	2
9.	Лінійні однорідні системи зі сталими коефіцієнтами.	2
10.	Лінійні неоднорідні системи ДР.	2
11.	Використання Maple для розв'язування систем ДР	2
12.	КР3	2
13.	Лінійні інтегральні рівняння.	2
14.	Метод послідовних наближень для рівняння Фредгольма та рівняння Вольтерра.	2
15.	Використання Maple для розв'язування інтегральних рівнянь	2
16.	КР4	2
	Усього за IV семестр	32
	Усього годин	128

7. Рекомендовані джерела інформації

Основні:

1. Вища математика : Навчальний посібник: У 2 ч. / Ф.М. Лиман, В.Ф. Власенко, С.В. Петренко та ін. ; За заг. ред. Ф.М. Лимана. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. -614 с.
2. Репета В.К. Вища математика: підручник: у 2 ч. – Ч. 2. – 2-е вид. виправ. – К.: НАУ, 2017. – 504 с.
3. Затула Н.І., Левковська Т.А. Вища математика. Модуль 5. Диференціальні рівняння: Навч. посібник. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007. – 144 с.
4. Килбас, А.А. Интегральные уравнения : курс лекций / А.А. Килбас. – Мн. : БГУ, 2005. – 143 с.
5. Ворошилов, А.А. Интегральные уравнения : практикум для студентов мех.-мат. фак. спец. 1-31 03 02 «Механика» / А.А. Ворошилов. – Минск : БГУ, 2011. – 65 с.
6. Бондаренко М.Ф., Білоус І.В., Руткас А.Г. Комп'ютерна дискретна математика. – Харків, 2004. – 485 с.
7. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г., Шамоля В.Г. Система комп'ютерної математики Maple. Навчально-методичний посібник. – Суми: ФОП Цьома, 2017. – 174с.

Додаткові:

1. Дубовик В.В., Юрик І.І. Вища математика. – К.: А.С.К., 2001. – 648 с.
2. Овчинников П.П. Вища математика: Підручник: У 2 ч. Ч. 2: Диференціальні рівняння. Операційне числення. Ряди та їх застосування. Стійкість за Ляпуновим. Рівняння математичної фізики. Оптимізація і керування. Теорія ймовірностей. Числові методи. — К.: Техніка, 2000.
3. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння у прикладах і задачах. Навч. посібник, К.: Вища школа, 1994. – 454 с.
4. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Арнольд В. И. – М. : Наука, 1984. – 336 с.

5. Васильева, А.Б. Интегральные уравнения / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2002. – 160 с.
6. Диференціальні та інтегральні рівняння : навчальний посібник / Т. П. Гой, О. В. Махней. — Вид. 2-ге, випр. та доп. — Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2014. — 360 с.
7. Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах / А.Б. Васильева [и др.] : под ред. И.Л. Легостаевой. – М.: Физматлит, 2003 – 432 с.
8. Интегральные уравнения / П.П. Забрейко [и др.] ; редкол.: В.М. Гринберг [и др.] – М. : Наука, 1968. – 448 с.
9. Краснов, М.Л. Интегральные уравнения (Введение в теорию) / М.Л. Краснов. – М. : Наука, 1975. – 304 с.
10. Краснов, М.Л. Интегральные уравнения: Задачи и примеры с подробными решениями / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко. – М. : КомКнига, 2007. – 192 с.
11. Курант Р. Уравнения с частными производными / Р. Курант, [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1964. – 843 с.
12. Лиман Ф.М. Математична логіка і теорія алгоритмів. – Суми: Слобожанщина, 1998. – 152 с.
13. Михлин, С.Г. Лекции по линейным интегральным уравнениям / С.Г. Михлин. – М.: Физматгиз, 1959.
14. Сборник задач по математике для вузов : в 4 ч. / А.В. Ефимов [и др.] ; под общ. ред. А.В. Ефимова. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – Ч. 3. – 576 с.
15. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления / Фихтенгольц Г. М. – [в 3-х т.]. – М. : Физматлит, 2001. – Т. 1. – 616 с. – Т. 2. – 810 с. – Т. 3. – 662 с.
16. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика. Книга 2. – К.: Либідь, 1994. – 280 с.
17. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика. Книга 3. – К.: Либідь, 1994. – 280 с.
18. Шкіль М.І., Колесник Т.В., Котлова В.М. Вища математика. Книга 1. – К.: Либідь, 1994. – 280 с.

Інтернет-ресурси

1. https://erudyt.net/dubovyk-yuryk-vyscha-matematyka-navch_posibnyk.html
2. <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=929>
3. <https://books.google.com.ua/books?isbn=9663825383>
4. Математичний пакет MAPLE, www.Maplesoft.com
5. Welcome to the Application Center [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.maplesoft.com/applications/index.aspx/>- Назва з екрану.
6. GEOGEBRA, <https://www.geogebra.org/>

8. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Практичні заняття проводяться за наявності ПК з доступом до мережі Інтернет та відповідним програмним забезпеченням (пакет офісних програм, браузер, GeoGebra, Maple).