

**ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ



" 1 "

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Математичний аналіз**

**Галузь знань** 12 – Інформаційні технології  
**Спеціальність** 121 – Інженерія програмного забезпечення  
**Рівень вищої освіти** – Перший бакалаврський  
**Освітньо-професійна програма** – Інженерія програмного забезпечення  
**Обсяг дисципліни** – 7 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОЗП.02  
**Статус дисципліни:** обов'язкова, **Мова навчання** Англійська, українська  
**Факультет** – Інформаційних технологій  
**Кафедра** – вищої математики та комп'ютерних застосувань

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Аудиторні заняття				Семінарські заняття	Самостійна робота, у т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
Очна (денна)	1	2	7	90	36		54		120			+	
<b>Разом</b>			<b>7</b>	<b>90</b>	<b>36</b>		<b>54</b>		<b>120</b>			<b>1</b>	

Робоча програма складена на основі Стандарту вищої освіти, освітньої програми підготовки бакалаврів 2023 року та навчального плану.

Програма складена \_\_\_\_\_ А.О. Рамський

Схвалена на засіданні кафедри Вищої математики та комп'ютерних застосувань

Протокол № 1 від 29.08.2023 р.

Зав. кафедри вищої математики та комп'ютерних застосувань \_\_\_\_\_ А.О. Рамський

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради \_\_\_\_\_ О.С. Савенко

## МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Англійська, Українська
Семестр	2
Обсяг кредитів ЄКТС	7
Форми здобуття освіти	Денна

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки; знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення; вміло *використовувати* апарат математичного аналізу для створення та дослідження моделей практичних задач; *визначати* екстремальні, граничні та асимптотичні властивості створених моделей; уміти *виконувати* математичні операції над досліджуваними об'єктами; *характеризувати* і класифікувати досліджувані об'єкти з точки зору математичного аналізу; *будувати* математичні моделі досліджуваних задач; *вміти* використовувати апарат математичного аналізу для формалізації і моделювання предметної області; *використовувати* диференціальний та інтегральний апарат математичного аналізу для вираження кількісних та якісних відношень моделей досліджуваних об'єктів.

**Зміст навчальної дисципліни.** Множини і функції. Числові послідовності. Елементи теорії границь. Диференціальне числення функцій однієї змінної. Дослідження функцій та побудова їх графіків. Основні поняття функції багатьох змінних. Диференційованість функції багатьох змінних. Екстремум функції багатьох змінних. Інтегральне числення. Диференціальні рівняння та їх системи. Ряди та їх застосування.

**Пререквізити** – Лінійна алгебра і аналітична геометрія

**Кореквізити** – Фізика, Методи оптимізації, Алгоритми та структури даних, Теорія ймовірностей та математична статистика

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 36 год., практичні заняття - 54 год., самостійна робота – 120 год., разом – 210 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання, візуалізації та інформаційних технологій); практичні роботи (з використанням наочних засобів та інформаційних технологій, ілюстрування навчального матеріалу, демонстрування практичних прийомів виконання завдань), самостійна робота (індивідуальні домашні завдання).

**Форми оцінювання результатів навчання:** усне опитування, самостійні та контрольні роботи.

**Форма семестрового контролю:** іспит.

**Навчальні ресурси:**

1. Бакун В. В. Математичний аналіз : підручник у 3-х ч. / В. В. Бакун. – Ч. 3. Числові й функціональні ряди. Інтегрالي, залежні від параметра. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 435 с.
2. Рудницький В.Б., Рамський А.О., Діхтярук М.М. Вища математика: навч. посібник / В.Б.Рудницький, А.О.Рамський, М.М.Діхтярук – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 438 с.
3. Anton, H., Bivens, I. C., Davis, S. (2021). Calculus, Wiley. – 1152 p
4. Вища математика : методичні вказівки до вивчення курсу для студентів інженерних спеціальностей / А. О. Рамський, Н. О. Ярецька. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с.
5. Фіхтенгольц Г.М. Курс диференціального та інтегрального числення. –2023. – 1000+ с.(укр.)
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnmu.edu.ua>.
7. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnmu.edu.ua>

**Викладач:** кандидат фізико-математичних наук, доцент Андрій РАМСЬКИЙ

### 3. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дисципліна «Математичний аналіз» є однією з дисциплін загальної підготовки і посідає важливе місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Інженерія програмного забезпечення».

**Пререквізити** – Лінійна алгебра і аналітична геометрія

**Кореквізити** – Фізика, Методи оптимізації, Алгоритми та структури даних, Теорія ймовірностей та математична статистика

**Мета дисципліни** – Розвиток у студентів математичного мислення; здобуття ними глибоких та міцних теоретичних знань з математичного аналізу, необхідних для вивчення спеціальних дисциплін та для практичної фахової діяльності; виробити у студентів вміння використовувати математичні методи при системному підході до розв'язування задач професійного спрямування.

**Предмет дисципліни.** Основні методи та поняття математичного аналізу.

**Завдання дисципліни.** *Сформувати* загальні та спеціальні компетентності щодо здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; *забезпечити*: здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення; здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Відповідно до *Стандарту вищої освіти* із та освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

**компетентностей:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК8. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення

ФК14. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

**програмних результатів навчання:**

ПРН1 Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПРН5. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.

ПРН7 Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки; знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення; вміло *використовувати* апарат математичного аналізу для створення та дослідження моделей практичних задач; *визначати* екстремальні, граничні та асимптотичні властивості створених моделей; *уміти виконувати* математичні операції над досліджуваними об'єктами; *характеризувати* і класифікувати досліджувані об'єкти з точки зору математичного аналізу; *будувати* математичні моделі досліджуваних задач; *вміти* використовувати апарат математичного аналізу для формалізації і моделювання предметної області; *використовувати* диференціальний та інтегральний апарат математичного аналізу для вираження кількісних та якісних відношень моделей досліджуваних об'єктів.

***Політика дисципліни*** Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, тощо, згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, виконувати усі завдання та контрольні точки відповідно до графіка. Пропущені практичні заняття і лабораторні роботи студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять і лабораторних робіт студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність. Набутті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зараховуються відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання та визначення академічної різниці у ХНУ.

#### 4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:		
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1 Числові послідовності та функції. Границя та неперервність функції однієї змінної	6	10	20
2 Диференціальне числення функції однієї змінної	8	12	40
3 Інтегральне числення	8	12	24
4 Диференціальне числення функції багатьох змінних	4	6	14
5 Диференціальні рівняння та ряди	10	14	22
<b>Разом:</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>120</b>

## 5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 5.1. Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Другий семестр</i>	
	<b>Тема 1.</b> Числові послідовності та функції. Границя та неперервність функції однієї змінної.	<b>6</b>
1	<b>Числові послідовності. Границя послідовності.</b> Поняття множини. Поняття числової послідовності. Границя числової послідовності. Збіжність послідовності. Нескінченно малі та нескінченно великі послідовності. Друга чудова границя. Літ.: [1] 184-186, 203-220	2
2	<b>Функції. Границя функції однієї змінної.</b> Поняття функції. Способи завдання функцій. Класифікація основних елементарних функцій. Границя функції. Основні теореми про границі. Літ.: [1] 176-184, 186-220	2
3	<b>Неперервність функції однієї змінної.</b> Нескінченно малі та нескінченно великі функції. Порівняння нескінченно малих величин. Еквівалентні нескінченно малі функції. Неперервність функції в точці. Точки розриву та їх класифікація. Перша чудова границя. Літ.: [1] 221-236, 238-241	2
	<b>Тема 2.</b> Диференціальне числення функції однієї змінної	<b>8</b>
4	<b>Диференціальне числення функції однієї змінної. Похідна функції.</b> Задачі, які приводять до поняття похідної. Означення похідної, її геометричний та фізичний зміст. <b>Правила диференціювання.</b> Похідна оберненої функції. Похідні основних елементарних функцій. Таблиця похідних. Літ.: [1] 241-258	2
5	<b>Похідна функції.</b> Логарифмічне диференціювання. Похідна неявно заданої функції. Похідна функції, заданої параметрично. Похідні вищих порядків. Правило Лопітала. Літ.: [1] 241-258, 262-264, 285-292	2
6	<b>Диференціал функції.</b> Поняття диференціалу функції. Застосування диференціалу в наближених обчисленнях. Ознаки зростання та спадання функції. Локальний екстремум (теорема Ферма). Необхідна та достатня умови екстремуму. Літ.: [1] 265-272, 276-285, 292-303	2
7	<b>Застосування похідної до дослідження функцій.</b> Найбільше і найменше значення функції на відрізку. Теореми Ролля, Лагранжа і Коші. Опуклість та вгнутість кривої графіку функції. Точки перегину. Асимптоти. Загальна схема повного дослідження функції та побудова її графіку. Літ.: [1] 292-303, 306-313, 319-325	2
	<b>Тема 3.</b> Інтегральне числення	<b>8</b>
8	<b>Невизначений інтеграл.</b> Поняття первісної та невизначеного інтеграла. Властивості невизначеного інтеграла. Таблиця інтегралів деяких функцій. Безпосереднє інтегрування. Літ.: [1] 329-336	2
9	<b>Методи інтегрування.</b> Інтегрування заміною змінних. Інтегрування частинами. Інтегрування дробово-раціональних функцій. Універсальна тригонометрична підстановка. Літ.: [1] 336-346, 349-362	2

10	<b>Визначений інтеграл.</b> Означення визначеного інтегралу, його геометричний зміст. Властивості визначеного інтегралу. Обчислення визначеного інтегралу. Формула Ньютона-Лейбніца. Літ.: [1] 369-379	2
11	<b>Визначений інтеграл.</b> Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування частинами. Невласні інтеграли. Літ.: [1] 380-394	2
	<b>Тема 4.</b> Диференціальне числення функції багатьох змінних	<b>4</b>
12	<b>Функції багатьох змінних.</b> Поняття функції багатьох змінних, способи її завдання. Лінії та поверхні рівня. Границя і неперервність функції багатьох змінних. Літ.: [1] 236-241	2
13	<b>Диференціальне числення функції багатьох змінних.</b> Часткові похідні першого та вищих порядків. Похідна за напрямом. Градієнт. Повний диференціал функції багатьох змінних. Екстремум функції багатьох змінних. Літ.: [1] 258-262, 264-276, 303-306	2
	<b>Тема 5.</b> Диференціальні рівняння та ряди	<b>10</b>
14	<b>Диференціальні рівняння першого порядку.</b> Диференціальні рівняння першого порядку. Основні поняття. Задача Коші. Інтегрування основних типів диференціальних рівнянь першого порядку. Літ.: [1] 403-417	2
15	<b>Диференціальні рівняння вищих порядків.</b> Пониження порядку. Лінійні диференціальні рівняння з постійними коефіцієнтами. Літ.: [1] 418-434	2
16	<b>Ряди. Числові, знакозмінні ряди.</b> Поняття числового ряду. Необхідна умова збіжності ряду. Дії з рядами. Достатні ознаки збіжності рядів з додатними членами. Знакозмінні ряди. Достатня ознака збіжності знакозмінного ряду. Абсолютна та умовна збіжності. Знакопочережні ряди. Теорема Ляйбніца. Літ.: [1] 436-446; [2] 9-102	2
17	<b>Функціональні ряди.</b> Степеневий ряд, його радіус та інтервал збіжності. Ряди Тейлора та Маклорена. Розклад функцій в степеневі ряди. Літ.: [1] 447-455; [2] 118-211	2
18	<b>Ряди Фур'є.</b> Поняття ряду Фур'є. Розклад функцій в ряд Фур'є. Літ.: [2] 226-311	2
	<b>Разом:</b>	<b>36</b>

## 5.2 Зміст практичних занять

Номер	Перелік заняття	Кількість годин
	<i>Другий семестр</i>	
	<b>Тема 1.</b> Числові послідовності та функції. Границя та неперервність функції однієї змінної.	<b>10</b>
1	<b>Множини. Числові послідовності.</b> Літ.: [3] 67-77; [4] 94-107	2
2	<b>Границя послідовності.</b> Нескінченно малі та нескінченно великі послідовності. Друга чудова границя. Літ.: [3] 67-77; [4] 107-115	2
3	<b>Поняття функції.</b> Способи завдання функцій. Основні елементарні функції. <b>Границя функції.</b> Основні теореми про границі. Літ.: [3] 67-77; [4] 116-126	2
4	<b>Неперервність функції.</b> Нескінченно малі та нескінченно великі функції.	2

	Порівняння нескінченно малих величин. Літ.: [3] 67-77; [4] 126-132	
5	<b>Еквівалентні нескінченно малі функції.</b> Точки розриву та їх класифікація. Перша чудова границя. Літ.: [3] 67-77; [4] 133-137	2
	<b>Тема 2. Диференціальне числення функції однієї змінної</b>	<b>12</b>
6	<b>Похідна функції.</b> Правила диференціювання. <b>Похідні основних елементарних функцій.</b> Таблиця похідних. Літ.: [3] 78-88	2
7	<b>Логарифмічне диференціювання.</b> Похідна неявно заданої функції. Похідна функції, заданої параметрично. Літ.: [3] 78-88	2
8	<b>Похідні вищих порядків.</b> Правило Лопітала. Самостійна робота 1 Літ.: [3] 78-88	2
9	<b>Диференціал функції.</b> Застосування диференціалу в наближених обчисленнях. <b>Ознаки зростання та спадання функції.</b> Локальний екстремум (теорема Ферма). Необхідна та достатня умови екстремуму. Літ.: [3] 78-95; [4] 145-153	2
10	<b>Найбільше і найменше значення функції на відрізку.</b> Опуклість, вгнутість графіка функції. Асимптоти. Літ.: [3] 89-95; [4] 154-159	2
11	<b>Схема побудови графіку функції.</b> Літ.: [3] 89-95; [4] 160-163	2
	<b>Тема 3. Інтегральне числення</b>	<b>12</b>
12	<b>Невизначений інтеграл.</b> Безпосереднє інтегрування. Заміна змінних. Інтегрування частинами. Літ.: [3] 118-130	2
13	<b>Інтегрування дробово-раціональних функцій.</b> Літ.: [3] 118-130	2
14	<b>Інтегрування тригонометричних функцій. Інтегрування ірраціональних функцій.</b> Літ.: [3] 118-130	2
15	<b>Визначений інтеграл.</b> Означення визначеного інтегралу, його геометричний зміст. Властивості визначеного інтегралу. Обчислення визначеного інтегралу. <b>Формула Ньютона-Лейбніца.</b> Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування частинами. Невласні інтеграли. Літ.: [3] 131-135	2
16	<b>Застосування визначеного інтеграла.</b> Обчислення площ. Літ.: [3] 135-147	2
17	<b>Застосування визначеного інтеграла.</b> Обчислення довжини дуги кривої, об'єму тіла обертання. Літ.: [3] 135-147	2
	<b>Тема 4. Диференціальне числення функції багатьох змінних</b>	<b>6</b>
18	<b>Функція багатьох змінних.</b> Частинні похідні та повний диференціал функції багатьох змінних. Похідна від функції заданої неявно. Літ.: [3] 95-111	2
19	<b>Похідна за напрямком. Градієнт.</b> Літ.: [3] 95-111; [4] 167-171	2
20	<b>Дослідження функції двох змінних на екстремум.</b> Літ.: [3] 95-111; [4] 173-180	2
	<b>Тема 5. Диференціальні рівняння та ряди</b>	<b>14</b>



21	<b>Диференціальні рівняння першого порядку.</b> Рівняння з розділеними змінними. Задача Коші. Однорідні рівняння. Лінійні. Рівняння Бернуллі. Літ.: [3] 148-154	2
22	<b>Диференціальні рівняння другого порядку.</b> Пониження порядку. Літ.: [3] 155-163	2
23	<b>Лінійні диференціальні рівняння із сталими коефіцієнтами.</b> Самостійна робота 2 Літ.: [3] 155-163	2
24	<b>Числові ряди.</b> Поняття числового ряду. Необхідна умова збіжності ряду. Дії з рядами. Достатні ознаки збіжності рядів з додатними членами. Достатня ознака збіжності знакозмінного ряду. Абсолютна та умовна збіжність. Знакопочережні ряди. Теорема Ляйбніца. Умовна та абсолютна збіжність. Літ.: [3] 164-174	2
25	<b>Функціональні ряди.</b> Функціональні ряди. Степеневий ряд, його радіус та інтервал збіжності. Літ.: [3] 168-174	2
26	<b>Ряди Тейлора та Маклорена.</b> Розклад функцій в степеневі ряди. Літ.: [4] 295-313	2
27	<b>Ряди Фур'є.</b> Розклад неперіодичної функцій в ряд Фур'є. Літ.: [4] 314-326	2
	<b>Разом:</b>	<b>54</b>

### 5.3. Зміст самостійної (в т. ч. індивідуальної) роботи студента

Самостійна робота студентів полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання і захисту індивідуальних домашніх робіт, опитування (тестування) з теоретичного та практичного матеріалу, виконання самостійних та атестаційних контрольних робіт, підготовку до іспитів тощо.

#### Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

№ тижня	Зміст самостійної роботи	Кількість годин
	<i>Другий семестр</i>	
1	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №1 та 2, отримання ІДЗ№1.	6
2	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №3 та 4, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№1.	8
3	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №5 та 6, підготовка до захисту ІДЗ№1, підготовка до самостійної роботи №1.	6
4	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №7 та 8, захист ІДЗ№1.	8
5	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №9 та 10, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№2	6
6	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №11 та 12, захист ІДЗ№2, підготовка до контрольної роботи №1	6
7	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №13 та 14, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№3.	6
8	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №15 та 16, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№3, підготовка до самостійної роботи №2	8
9	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №17 та 18, захист ІДЗ№3.	6
10	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №19 та 20, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№4.	6
11	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №21 та 22, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№4.	6
12	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №23 та 24, підготовка до захисту ІДЗ№4, підготовка до самостійної роботи №3.	6
13	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №25 та 26, захист ІДЗ№4.	6
14	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №27 та 28, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№5, підготовка до самостійної роботи №4.	8
15	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №29 та 30, розв'язання і письмове оформлення вправ ІДЗ№5.	6
16	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №31 та 32, підготовка до захисту ІДЗ№5.	8
17	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №33 та 34, захист ІДЗ№5, підготовка до самостійної роботи №5.	6
18	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичних занять №35 та 36, підготовка до іспиту.	8
	<b>Разом:</b>	<b>120</b>

## 6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні класичних та сучасних технологій, зокрема:

лекції (з використанням методів проблемного навчання, візуалізації та інформаційних технологій); практичні заняття проводяться у безпосередньому спілкуванні із студентами, із залученням ілюстративних (роздаткових) матеріалів та інформаційних технологій, самостійна робота (індивідуальні домашні завдання, реферати, студентські наукові роботи), модульного навчання. Мета таких занять: розвиток у студентів математичного мислення; здобуття ними глибоких та міцних теоретичних знань з математичного аналізу, необхідних для вивчення спеціальних дисциплін та для практичної фахової діяльності; виробити у студентів вміння використовувати математичні методи при системному підході до розв'язування задач професійного спрямування.

## 7. ФОРМИ І МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та практичних занять. Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. При виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю та письмового іспиту.

Процес оцінювання підготовленості студента можна розділити на етапи:

Перший етап оцінювання направлений на визначення знань інформаційного мінімуму. Якщо студент твердо засвоїв визначену навчальним планом суму формальних знань, то це означає, що він вміє використати їх при вирішенні різних питань безпеки та захисту комп'ютерних систем, проектування та реалізації програмних систем захисту інформації та їх компонентів, вміє аналізувати та розширити їх. При цьому необхідно встановити рівні та критерії сформованості знань щодо змісту навчальних елементів. Такими рівнями є:

Ознайомчо-орієнтовний (ОО) – особа має орієнтовне уявлення щодо понять, які вивчаються, здатна: розв'язувати типові спеціалізовані задачі, правильно обирати методи їх розв'язку, обґрунтовано використовувати набуті знання та сучасні інформаційні технології для аналізу поставлених задач та прийняття відповідних рішень, вміти абстрактно мислити.

Понятійно-аналітичний (ПА) – особа має чітке уявлення щодо навчального об'єкту, здатна перенести раніше засвоєні знання на типові ситуації.

Продуктивно-синтетичний (ПС) – особа має глибоке розуміння щодо навчального об'єкту, здатна здійснювати синтез, генерувати нові ідеї та уявлення, переносити раніше засвоєні знання на нетипові, нестандартні ситуації.

При викладанні дисципліни використовуються такі види навчальних занять, як лекції, практичні заняття, індивідуальне консультування і керівництво самостійною роботою студента.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за *чотирибальною* шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих *позитивно* з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт. Студент, який набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу і не здав підсумковий контрольний захід (іспит), вважається невстигаючим.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування на початку практичного заняття; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту індивідуального домашнього завдання згідно з робочою програмою дисципліни.

Оцінка, яка виставляється за *практичне заняття*, складається з таких елементів: усне опитування студентів; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення індивідуального домашнього завдання; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист індивідуального домашнього завдання та своєчасне написання самостійних та контрольних робіт. Для виконання програми дисципліни студент повинен отримати позитивні оцінки з кожного виду семестрового контролю, а саме: аудиторної роботи, контрольних, самостійних робіт та індивідуальних домашніх завдань.

Термін захисту індивідуального домашнього завдання вважається своєчасним, якщо студент захистив його на наступному після вивчення відповідної теми занятті. За несвоєчасний захист індивідуального домашнього завдання з неповажної причини студент за позитивну відповідь отримує оцінку «задовільно».

Пропущене практичне заняття студент повинен відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за тиждень до завершення теоретичних занять у семестрі.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно”, за шкалою ECTS – A (див. шкалу оцінок), отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення. Студент повинен набути практичних навичок із складання різних алгоритмів та розробки програм за цими алгоритмами. Оцінка "відмінно" виставляється студенту, який глибоко засвоїв предметну область та вміє застосовувати її на практиці. Студент не повинен вагатися при видозміні запитання, повинен робити детальні та узагальнюючі висновки.

Оцінку „добре”, за шкалою ECTS – B, отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування в вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента повинна будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінку „добре”, за шкалою ECTS – C, отримує студент за правильну відповідь з однією суттєвою помилкою.

Оцінки "задовільно", за шкалою ECTS – D, заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент слабо знає структуру курсу, допускає помилки у відповіді, засвоїв і набув практичних навичок, але допустив неточності. Вагається при відповіді на видозмінене запитання, разом з тим студент володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Оцінки "задовільно", за шкалою ECTS – E, заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ECTS – FX, виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ECTS – F, виставляється студенту коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів робіт

**Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів у семестрі за ваговими коефіцієнтами**

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота			Семестровий контроль
Практичні заняття №1-36	Контрольна робота	Індивідуальні домашні завдання №1-5	Самостійні роботи №1-5	Іспит
1-36	1	1-5	1-5	
0,05	0,15	0,2	0,2	0,4

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться: «відмінно», «добре», або «задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів.

**Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

Оцінка ЄКТС	Інтервальна шкала балів	Вітчизняна оцінка	
		Бали	Опис
A	4,75–5,00	5	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

## 8. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ

1. Поняття числової послідовності.
2. Границя числової послідовності.
3. Поняття функції та способи її задання.
4. Область визначення функції та множина її значень.
5. Означення графіка функції.
6. Монотонні функції.
7. Парні та непарні функції.
8. Періодичні функції.
9. Означення складної функції..
10. Означення оберненої функції.
11. Означення границі функції в точці.
12. Поняття нескінченно малих величин.
13. Зв'язок нескінченно малих величин та границі функції в точці.
14. Властивість суми нескінченно малих.
15. Властивість добутку нескінченно малих на обмежену величину.
16. Основні теореми про границі.
17. Поняття нескінченно великих величин.
18. Зв'язок між нескінченно малими та нескінченно великими величинами.
19. Еквівалентні нескінченно малі величини.
20. Поняття нескінченно малих однакового порядку малості.
21. Основні еквівалентні нескінченно малі функції.
22. Означення неперервності функції в точці.
23. Усувні розриви функції.
24. Розриви функції першого роду.
25. Розриви функції другого роду.
26. Означення похідної функції в точці.
27. Геометричний зміст похідної.
28. Фізичний зміст похідної.
29. Основні правила диференціювання (похідна алгебраїчної суми двох функцій, добутку, частки, суперпозиції функцій, оберненої функції).
30. Таблиця похідних елементарних функцій.
31. Поняття похідної вищого порядку.
32. Дослідження функції на монотонність.
33. Критичні точки функції.
34. Означення точок екстремуму та екстремумів функції.
35. Правила знаходження екстремумів функції за допомогою першої похідної.
36. Правила знаходження екстремумів функції за допомогою другої похідної.
37. Найбільше і найменше значення функції на відрізку.
38. Опуклість та вгнутість кривої на інтервалі.
39. Точки перегину функції.
40. Порядок відшукування інтервалів опуклості та вгнутості і точок перегину графіка функції.
41. Означення асимптот графіку функції.
42. Вертикальні асимптоти графіку функції.
43. Горизонтальні асимптоти графіку функції.
44. Похилі асимптоти графіку функції.
45. Загальна схема дослідження функції та побудова її графіку.
46. Первісна та її властивості
47. Невизначений інтеграл та його властивості
48. Таблиця основних невизначених інтегралів
49. Метод заміни змінної при інтегруванні функцій
50. Інтегрування по частинах
51. Теорема Остроградського
52. Інтегрування правильних раціональних дробів

53. Інтегрування неправильних раціональних дробів
54. Інтегрування дробів, що містять квадратний тричлен
55. Інтегрування елементарних дробів першого та другого типу
56. Інтегрування елементарних дробів третього типу
57. Інтегрування елементарних дробів четвертого типу
58. Інтегрування тригонометричних функцій
59. Поняття визначеного інтеграла, його геометричний зміст
60. Фізичний зміст визначеного інтеграла
61. Означення визначеного інтеграла, його економічний зміст
61. Основні властивості визначеного інтегралу
63. Обчислення визначеного інтегралу. Формула Ньютона-Лейбніца
64. Наближене обчислення визначених інтегралів
65. Заміна змінних у визначеному інтегралі
66. Інтегрування частинами у визначеному інтегралі
67. Невласні інтеграли від необмежених функцій
68. Невласні інтеграли на нескінченному інтервалі
69. Застосування визначеного інтегралу
70. Ряди: основні означення
71. Ознака Д'Аламбера збіжності числового ряду
72. Ознака Коші збіжності числового ряду
73. Знакопочережні ряди. Ознака Лейбніца збіжності такого ряду
74. Знакозмінні ряди. Абсолютна та умовна збіжності
75. Функціональні ряди
76. Степеневі ряди. Радіус збіжності
77. Формула та ряд Тейлора
78. Розклад деяких елементарних функцій в ряд Маклорена
79. Диференціальні рівняння. Основні поняття
80. Найпростіші типи диференціальних рівнянь першого порядку
81. Способи пониження порядку у диференціальних рівняннях.
82. Лінійні однорідні диференціальні рівняння з постійними коефіцієнтами.
83. Знаходження часткового розв'язку для неоднорідного диференціального рівняння з постійними коефіцієнтами.

## 9. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Освітній процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально-методичними розробками в модульному середовищі.

1. Рудницький В.Б., Рамський А.О., Діхтярук М.М. Вища математика: навч. посібник / В.Б.Рудницький, А.О.Рамський, М.М.Діхтярук – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 438 с.
2. В.Б.Рудницький, І.І.Кантемир. Практичні заняття з курсу вищої математики. ч.І. Хмельницький. 1999. 437 с.
3. В.Б.Рудницький, І.І.Кантемир. Практичні заняття з курсу вищої математики. ч.ІІ. Хмельницький. 2000. 315 с.
4. Рудницький В.Б. Ярецька Н. О., Максимчук Д. М. Вища математика у вправах і задачах: Методичні рекомендації для студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Хмельницький.: ТУП. 2012. – 179с.
5. Використання Maple при вивченні обчислювальної математики: Методичні вказівки до практичних та лабораторних робіт для студентів інженерних спеціальностей /А.О Рамський, Н.О. Ярецька. – Хмельницький: ХНУ, 2021. - 105 с.
6. Роздатковий матеріал: формули, таблиці, схеми.
7. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>

## 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Рудницький В.Б., Рамський А.О., Діхтярук М.М. Вища математика: навч. посібник / В.Б.Рудницький, А.О.Рамський, М.М.Діхтярук – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 438 с.
2. Бакун В. В. Математичний аналіз : підручник у 3-х ч. / В. В. Бакун. – Ч. 3. Числові й функціональні ряди. Інтегрالي, залежні від параметра. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 435 с.
3. Вища математика : методичні вказівки до вивчення курсу для студентів інженерних спеціальностей / А. О. Рамський, Н. О. Ярецька. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с.
4. . Anton, H., Bivens, I. C., Davis, S. (2021). Calculus, Wiley. – 1152 p
5. Фіхтенгольц Г.М. Курс диференціального та інтегрального числення. –2023. – 1000+ с.
6. Yong, J. (2020). Mathematical Analysis: A Concise Introduction. World Scientific Publishing Company. – 276 p

### Допоміжна

7. Використання Maple при вивченні обчислювальної математики: Методичні вказівки до практичних та лабораторних робіт для студентів інженерних спеціальностей /А.О Рамський, Н.О. Ярецька. – Хмельницький: ХНУ, 2023. - 105 с.
8. Abbott, Stephen (2015). Understanding Analysis. Undergraduate Texts in Mathematics. New York: Springer.
9. Вища математика. Диференціальні рівняння. Ряди: практик. Для студентів інж. – техн. мпец. уклад.: Н.М. Самарук, О.А. Поплавська. – Хмельницький: ХНУ, 2020. – 107 с.
10. Вища математика для нематематичних спеціальностей : навч. посіб. / С. С. Дрінь, С. М. Дяченко, Ю. О.Захарійченко, Р. К. Чорней. – К. : НаУКМА, 2017. – 218 с.
11. Потаніна Т.В. Вища математика: «Векторний аналіз і теорія поля». Теорія і практика: навч. посібник / Т.В. Потаніна. – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – 151 с.
12. Rahmani-Andebili, M. (2021). Calculus: Practice Problems, Methods, and Solutions, Springer International Publishing, – 155 p.
13. Washington, A., Evans, R., Boué, M., Martin, E. (2021). Basic Technical Mathematics with Calculus, Pearson Education Australia. – 1168 p.



14. Calculus: The Basics. (2022). NY Research Press.207 p.
15. Rogawski, J., Adams, C. (2015). Calculus. W. H. Freeman.1150 p.
16. Anton, H., Bivens, I. C., Davis, S. (2021). Calculus: Multivariable. Wiley. 448 p.

## **11. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua>
3. Репозитарій ХНУ:<https://elar.khmnu.edu.ua/home>



**COURSE PROGRAM**  
**Mathematical Analysis**

**Field of study:** 12 - Information Technologies  
**Major:** 121 – Software Engineering  
**Level of Higher Education:** First Level (Bachelor)  
**Educational program:** Software Engineering  
**Discipline status:** Compulsory  
**Faculty:** Information Technologies  
**Department:** Higher Mathematics and Computer Applications

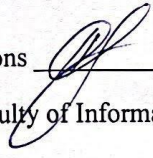
Study mode	Year	Semester	Total Credits	Number of hours						Semester control form		
				Classwork hours				Seminar classes	Independent work, including individual	Course project	Coursework	pass/ fail test
			ECTS credits	Total	Lectures	Laboratory works	Practical classes					
Full-time (Daytime)	1	2	7	90	36		54		120			+
<b>Total</b>			<b>7</b>	<b>90</b>	<b>36</b>		<b>54</b>		<b>120</b>			<b>1</b>

The course program is based on the Higher Education Standard, the 2023 Bachelor's degree educational program, and the curriculum.


Program's author  A.O. Ramskyi

Approved at the staff meeting of the Department of Higher Mathematics and Computer Applications

Minutes from 31.08.2023 No. 1

Chief Department of Higher Mathematics and Computer Applications  A.O. Ramskyi

The course program is approved by the Academic Board of the Faculty of Information technologies

Head of the Academic Board  O.S. Savenko

## MATHEMATICAL ANALYSIS

<b>Type of discipline</b>	Mandatory
<b>Level of higher education</b>	First (bachelor's)
<b>The language of instruction</b>	Ukrainian, English
<b>Semester</b>	2
<b>The amount of ECTS credits</b>	7
<b>Forms of education</b>	Full-time (Daytime)

**Learning outcomes.** According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must provide : **competences** : the ability to think abstractly, analyze and synthesize. Ability to apply knowledge in practical situations. Ability to apply fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve software engineering tasks. Ability to algorithmic and logical thinking; **software learning outcomes:** Know and apply relevant mathematical concepts, methods of domain, system and object-oriented analysis and mathematical modeling for software development. Apply basic mathematical concepts, mathematical modeling and algorithmization in the professional sphere.

**Content of the academic discipline.** Sets and functions. Number sequences. Elements of the theory of boundaries. Differential calculus of functions of one variable. Study of functions and construction of their graphs. Basic concepts of functions of many variables. Differentiability of a function of many variables. The extremum of a function of many variables. Integral calculus. Differential equations and their systems. Series and their application.

**Prerequisites** - OZP.01 Linear algebra and analytic geometry, OZP.03 Discrete mathematics.

**Requirements** - OPP.01 Algorithms and data structure.

**Planned educational activities:** lectures - 36 hours, practical classes - 54 hours, independent work - 120 hours, together - 210 hours.

**Forms (methods) of education:** lectures (using methods of problem-based learning, visualization and information technologies); practical classes (using visual aids and information technologies, illustrating educational material, demonstrating practical techniques for completing tasks), independent work (individual homework).

**Forms of evaluation of learning results** : oral examination, independent and control works.

**Semester control form** : exam.

### **Educational resources:**

1. Bakun V. V. Mathematical analysis: textbook in 3 hours / V. V. Bakun. – Part 3. Numerical and functional series. Integrals depending on the parameter. – Kyiv: KPI named after Igor Sikorskyi, 2021. – 435 p.
2. Rudnytskyi V.B., Ramskyi A.O., Dikhtyaruk M.M. Higher mathematics: teach . manual / V.B. Rudnytskyi , A.O. Ramskyi , M.M. Dikhtyaruk – Khmelnytskyi: KhNU, 2017. – 438 p.
3. Turchaninova L.I. Higher mathematics in examples and problems: teach . help \_ / L.I. Turchaninova , O.V. Fate. - K.: "Lira-K" Publishing House, 2018. - 348 p.
4. Higher mathematics: methodical instructions for studying the course for students of engineering specialties / A. O. Ramskyi , N. O. Yaretska . – Khmelnytskyi: KhNU, 2021. – 178 p.
5. Fichtenholts H.M. Course of differential and integral calculus . -2023. – 1000+ p. ( Ukrainian )
6. MOODLE modular learning environment. Access to the resource: <https://msn.khnu.km.ua/enrol/index.php?id=5401>
7. University electronic library. Access to the resource: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/page\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php)

**Lecturer:** Associate professor, PhD Ramskyi A.O.

### 3. EXPLANATORY NOTE

In accordance with the current curriculum, students of the discipline "Mathematical Analysis" study full-time "Software Engineering" in the 2nd semester. The discipline "Mathematical analysis" is one of the professional disciplines and occupies a leading place in the training of specialists of the educational level "bachelor" in the specialty 121 "Software engineering" under the educational and professional program "Software engineering".

**The goal of the discipline is** to develop students' mathematical thinking; their acquisition of deep and solid theoretical knowledge of mathematical analysis, necessary for the study of special disciplines and for practical professional activity; develop in students the ability to use mathematical methods with a systematic approach to solving problems of a professional direction.

**Subject of discipline.** Basic methods and concepts of mathematical analysis.

**Tasks of the discipline.** *To form* general and special competencies regarding the ability to abstract thinking, analysis and synthesis; *provide:* the ability to apply fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve software engineering tasks; ability to algorithmic and logical thinking.

According to the Standard of higher education and the educational program, the discipline must ensure:

**Integral Competence** Ability to solve complex, specialised tasks or practical problems in software engineering, characterised by complexity and uncertainty of conditions, using information technology theories and methods.

**General competences :**

GC1. Ability to abstract thinking, analysis and synthesis.

GC2. Ability to apply knowledge in practical situations.

**Professional competences.**

PC8. Ability to apply fundamental and interdisciplinary knowledge to successfully solve software engineering tasks

PC14. Ability to algorithmic and logical thinking.

**Program learning outcomes**

PLO1 To analyse, purposefully search for, and select the necessary information, reference resources, and knowledge for solving professional tasks, considering modern scientific and technical achievements.

PLO5 To understand and apply relevant mathematical concepts, domain and system methods, object-oriented analysis, and mathematical modelling for software development.

**Learning outcomes** . A student who has successfully completed the study of the discipline must: skillfully *use* the apparatus of mathematical analysis to create and research models of practical problems; *determine* the extreme, limit and asymptotic properties of the created models; to be able *to perform* mathematical operations on the studied objects; *characterize* and classify the studied objects from the point of view of mathematical analysis; *build* mathematical models of researched problems; *to be able* to use the apparatus of mathematical analysis for formalization and modeling of the subject area; *use* the differential and integral apparatus of mathematical analysis to express the quantitative and qualitative relations of the models of the studied objects.

**Discipline Policy.** The organization of the educational process for the discipline complies with the requirements of the provisions on organizational and instructional-methodological support of the educational process, the educational program, and the curriculum. Students are required to attend lectures, practical classes, laboratory work, etc., according to the schedule, not to be late for classes, and to complete all tasks and checkpoints according to the schedule. Missed practical classes and laboratory work must be independently completed by the student in full and reported to the instructor no later than one week before the next assessment. For practical classes and laboratory work, students must prepare on the relevant topic and demonstrate active participation. Knowledge acquired by an individual in the discipline or its specific sections through informal education is credited according to the Regulation on the procedure for transferring learning outcomes and determining academic differences at KhNU.

#### 4. STRUCTURE OF CREDIT CREDITS OF THE COURSE

Topic name	The number of hours allocated to:		
	Lectures	Practical training	Independent work
1 Numerical sequences and functions. Limit and continuity of a function of one variable	6	10	20
2 Differential calculus of a function of one variable	8	12	40
3 Integral calculus	8	12	24
4 Differential calculus of a function of many variables	4	6	14
5 Differential equations and series	10	14	22
<b>Together:</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>120</b>

## 5 . PROGRAM OF EDUCATIONAL DISCIPLINE

### 5.1. Content of the lecture course

Number lectures	List of topics of lectures, their annotations	Number of hours
	<i>Second semester</i>	
	<b>Topic 1.</b> Numerical sequences and functions. Limit and continuity of a function of one variable .	<b>6</b>
1	<b>Number sequences. Sequence limit.</b> The concept of the set. The concept of numerical sequence. The limit of a numerical sequence. Convergence of the sequence. Infinitely small and infinitely large sequences. The second wonderful border. Lit.: [1] 184-186, 203-220	2
2	<b>Functions. The limit of a function of one variable.</b> Concept of function. Ways of assigning functions. Classification of basic elementary functions. The limit of a function. Basic theorems about limits. Lit.: [1] 176-184, 186-220	2
3	<b>Continuity of a function of one variable.</b> Infinitesimal and infinitely large functions. Comparison of infinitesimal quantities. Equivalent infinitesimal functions. Continuity of a function at a point. Breakpoints and their classification. The first wonderful border. Lit.: [1] 221-236, 238-241	2
	<b>Topic 2. Differential calculus of a function of one variable</b>	<b>8</b>
4	<b>Differential calculus of a function of one variable. The derivative of a function.</b> Problems that lead to the concept of a derivative. Definition of the derivative, its geometric and physical meaning. <b>Differentiation rules.</b> The derivative of the inverse function. Derivatives of basic elementary functions. Table of derivatives. Lit.: [1] 241-258	2
5	<b>The derivative of a function.</b> Logarithmic differentiation. The derivative of an implicitly given function. The derivative of a function given parametrically. Derivatives of higher orders. L'opital's rule. Lit.: [1] 241-258, 262-264, 285-292	2
6	<b>Differential function.</b> The concept of the differential of a function. Application of the differential in approximate calculations. Signs of growth and decline in function. Local extremum (Fermat's theorem). Necessary and sufficient conditions for extremum. Lit.: [1] 265-272, 276-285, 292-303	2
7	<b>Application of the derivative to the study of functions.</b> The largest and smallest value of the function on the segment. Theorems of Rolle, Lagrange and Cauchy. Convexity and concavity of the function graph curve. Inflection points. Asymptotes. The general scheme of a complete study of the function and construction of its graph. Lit.: [1] 292-303, 306-313, 319-325	2
	<b>Topic 3. Integral calculus</b>	<b>8</b>
8	<b>Indefinite integral.</b> Concept of primitive and indefinite integral. Properties of the indefinite integral. Table of integrals of some functions. Direct integration. Lit.: [1] 329-336	2
9	<b>Integration methods.</b> Integration by substitution of variables. Integration by parts. Integration of fractional-rational functions. Universal trigonometric substitution. Lit.: [1] 336-346, 349-362	2

10	<b>The definite integral.</b> Definition of the definite integral, its geometric content. Properties of the definite integral. Calculation of the definite integral. Newton-Leibniz formula. Lit.: [1] 369-379	2
11	<b>The definite integral.</b> Changing the variable in the definite integral. Integration by parts. Improper integrals. Lit.: [1] 380-394	2
	<b>Topic 4.</b> Differential calculus of a function of many variables	<b>4</b>
12	<b>Functions of many variables.</b> The concept of a function of many variables, methods of its assignment. Level lines and surfaces. The limit and continuity of a function of many variables. Lit.: [1] 236-241	2
13	<b>Differential calculus of functions of many variables.</b> Partial derivatives of the first and higher orders. Derivative in direction. Gradient. The complete differential of a function of many variables. The extremum of a function of many variables. Lit.: [1] 258-262, 264-276, 303-306	2
	<b>Topic 5.</b> Differential equations and series	<b>10</b>
14	<b>Differential equations of the first order.</b> Differential equations of the first order. Basic concepts. Cauchy's problem. Integration of the main types of differential equations of the first order. Lit.: [1] 403-417	2
15	<b>Differential equations of higher orders.</b> Descending order. Linear differential equations with constant coefficients. Lit.: [1] 418-434	2
16	<b>Rows Numerical, sign-changing series.</b> The concept of a number series. The condition of convergence of the series is necessary. Actions with rows. Sufficient signs of convergence of series with positive terms. Interchangeable rows. A sufficient sign of convergence of a sign-changing series. Absolute and conditional convergence. Alternate rows. Leibnitz's theorem. Lit.: [1] 436-446; [2] 9-102	2
17	<b>Functional series.</b> Power series, its radius and interval of convergence. Taylor and McLaren series. Distribution of functions in power series. Lit.: [1] 447-455; [2] 118-211	2
18	<b>Fourier series.</b> Concept of Fourier series. Distribution of functions in the Fourier series. Lit.: [2] 226-311	2
	<b>Together:</b>	<b>36</b>

## 5.2 Content of practical classes

Number	List of classes	Number of hours
	<i>Second semester</i>	
	<b>Topic 1.</b> Numerical sequences and functions. Limit and continuity of a function of one variable .	<b>10</b>
1	<b>Plurals Number sequences.</b> Literature: [3] 67-77; [4] 94-107	2
2	<b>Sequence limit.</b> Infinitely small and infinitely large sequences. The second wonderful border. Literature: [3] 67-77; [4] 107-115	2
3	<b>Concept of function.</b> Ways of assigning functions. Basic elementary functions. <b>The limit of a function.</b> Basic theorems about limits. Literature: [3] 67-77; [4] 116-126	2

4	<b>Continuity of function.</b> Infinitesimal and infinitely large functions. Comparison of infinitesimal quantities. Literature: [3] 67-77; [4] 126-132	2
5	<b>Equivalent infinitesimal functions</b> . Breakpoints and their classification. The first wonderful border. Literature: [3] 67-77; [4] 133-137	2
	<b>Topic 2. Differential calculus of a function of one variable</b>	<b>12</b>
6	<b>The derivative of a function.</b> Differentiation rules. <b>Derivatives of basic elementary functions</b> . Table of derivatives . Lit.: [3] 78-88	2
7	<b>Logarithmic differentiation</b> . The derivative of an implicitly given function. The derivative of a function given parametrically. Lit.: [3] 78-88	2
8	<b>Derivatives of higher orders.</b> Lopital's rule. Independent work 1 Lit.: [3] 78-88	2
9	<b>Differential function.</b> Application of the differential in approximate calculations. <b>Signs of growth and decline of function</b> . Local extremum (Fermat's theorem). Necessary and sufficient conditions for extremum . Literature: [3] 78-95; [4] 145-153	2
10	<b>The largest and smallest value of the function on the segment.</b> Convexity, concavity of the function graph. Asymptotes. Lit.: [3] 89-95; [4] 154-159	2
11	<b>Scheme of constructing a function graph.</b> Lit.: [3] 89-95; [4] 160-163	2
	<b>Topic 3. Integral calculus</b>	<b>12</b>
12	<b>Indefinite integral.</b> Direct integration. Substitution of variables. Integration by parts. Lit.: [3] 118-130	2
13	<b>Integration of fractional-rational functions.</b> Lit.: [3] 118-130	2
14	<b>Integration of trigonometric functions. Integration of irrational functions.</b> Lit.: [3] 118-130	2
15	<b>The definite integral.</b> Definition of the definite integral, its geometric meaning. Properties of the definite integral. Calculation of the definite integral. <b>Newton-Leibniz formula.</b> Changing the variable in the definite integral. Integration by parts. Improper integrals. Lit.: [3] 131-135	2
16	<b>Application of the definite integral.</b> Calculation of areas. Lit.: [3] 135-147	2
17	<b>Application of the definite integral.</b> Calculation of the length of the arc of the curve, the volume of the body of rotation. Lit.: [3] 135-147	2
	<b>Topic 4. Differential calculus of a function of many variables</b>	<b>6</b>
18	<b>A function of many variables.</b> Partial derivatives and total differential of functions of many variables. The derivative of the function given implicitly. Lit.: [3] 95-111	2
19	<b>Directional derivative. Gradient.</b> Lit.: [3] 95-111; [4] 167-171	2
20	<b>Study of the function of two variables at the extremum.</b> Lit.: [3] 95-111; [4] 173-180	2
	<b>Topic 5. Differential equations and series</b>	<b>14</b>



21	<b>Differential equations of the first order.</b> Equations with separated variables. Cauchy's problem. Homogeneous equations. Linear. Bernoulli's equation. Lit.: [3] 148-154	2
22	<b>Differential equations of the second order.</b> Descending order. Lit.: [3] 155-163	2
23	<b>Linear differential equations with constant coefficients.</b> Independent work 2 Lit.: [3] 155-163	2
24	<b>Number series.</b> The concept of a number series. The condition of convergence of the series is necessary. Actions with rows. Sufficient signs of convergence of series with positive terms. A sufficient sign of convergence of a sign-changing series. Absolute and conditional convergence. Alternate rows. Leibnitz's theorem. Conditional and absolute convergence. Lit.: [3] 164-174	2
25	<b>Functional series.</b> Functional series. Power series, its radius and interval of convergence. Lit.: [3] 168-174	2
26	<b>Taylor and McLaren series .</b> Distribution of functions in power series. Lit.: [4] 295-313	2
27	<b>Fourier series.</b> Distribution of non-periodic functions in the Fourier series. Lit.: [4] 314-326	2
	<b>Together:</b>	<b>54</b>

### 5.3 . The content of the student's independent (including individual) work

The independent work of students consists in the systematic processing of program material from relevant sources of information, preparation for the performance and defense of individual homework, surveys (testing) on theoretical and practical material, performance of independent and attestation control works, preparation for exams, etc.

#### Content of independent work of full-time students

No. of the week	Content of independent work	Number of hours
<i>Second semester</i>		
1	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 1 and 2, obtaining ID No. 1.	6
2	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 3 and 4, solution and written design of exercises IDZ No. 1.	8
3	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 5 and 6, preparation for defense of ID No. 1, preparation for independent work No. 1.	6
4	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 7 and 8, defense of IDZ No. 1.	8
5	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 9 and 10, solution and written design of exercises IDZ No. 2	6
6	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 11 and 12, defense of IDZ No. 2, preparation for test work No. 1	6
7	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 13 and 14, solution and written design of exercises IDZ No. 3.	6
8	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 15 and 16, solution and written design of exercises IDZ No. 3, preparation for independent work No. 2	8
9	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 17 and 18, defense of IDZ No. 3.	6
10	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 19 and 20, solution and written design of exercises IDZ No. 4.	6
11	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 21 and 22, solution and written design of exercises IDZ No. 4.	6
12	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 23 and 24, preparation for defense of ID No. 4, preparation for independent work No. 3.	6
13	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 25 and 26, defense of IDZ No. 4.	6
14	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 27 and 28, solution and written design of exercises IDZ No. 5, preparation for independent work No. 4.	8
15	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 29 and 30, solution and written design of exercises IDZ No. 5.	6
16	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 31 and 32, preparation for defense of ID No. 5.	8
17	Elaboration of lecture material, preparation for practical classes No. 33 and 34, defense of IDZ No. 5, preparation for independent work No. 5.	6
18	Processing of lecture material, preparation for practical classes No. 35 and 36, preparation for the exam.	8
<b>Together:</b>		<b>120</b>

## 6. TEACHING METHODS

The discipline learning process is based on the use of classical and modern technologies, in particular: lectures (using methods of problem-based learning, visualization and information technologies); practical classes are conducted in direct communication with students, with the involvement of illustrative (handout) materials and information technologies, independent work (individual homework, essays, student research papers), modular training. The purpose of such classes: development of students' mathematical thinking; their acquisition of deep and solid theoretical knowledge of mathematical analysis, necessary for the study of special disciplines and for practical professional activity; develop in students the ability to use mathematical methods with a systematic approach to solving problems of a professional direction.

## 7. FORMS AND METHODS OF EVALUATING LEARNING OUTCOMES

Current control is carried out during lectures and practical classes. Semester control is conducted in the form of an exam. When deriving the final grade, the results of the current control and the written exam are taken into account.

The process of assessing the student's readiness can be divided into stages:

The first stage of assessment is aimed at determining the knowledge of the information minimum. If the student has firmly mastered the amount of formal knowledge determined by the curriculum, it means that he knows how to use it in solving various issues of security and protection of computer systems, designing and implementing information protection software systems and their components, and knows how to analyze and expand them. At the same time, it is necessary to establish the levels and criteria of the formation of knowledge regarding the content of educational elements. These levels are:

Familiar -orientated (OO) - a person has an approximate idea of the concepts being studied, is able to: solve typical specialized problems, correctly choose the methods of solving them, reasonably use the acquired knowledge and modern information technologies to analyze the tasks and make appropriate decisions, to be able to think abstractly.

Conceptual- analytical (PA) - a person has a clear idea about the educational object, is able to transfer previously acquired knowledge to typical situations.

Productive -synthetic (PS) - a person has a deep understanding of the educational object, is able to synthesize, generate new ideas and concepts, transfer previously acquired knowledge to atypical, non-standard situations.

When teaching the discipline, such types of training are used as lectures, practical classes, individual counseling and guidance of the student's independent work.

Each type of work in the discipline is evaluated on a *four-point* scale. The semester final grade is defined as a weighted average of all types of academic work completed and passed *positively*, taking into account the weighting factor. The weighting factors change depending on the structure of the discipline and the importance of its individual types of work. A student who scored a positive weighted average score for the current work and did not pass the final control measure (exam) is considered to have failed. When assessing students' knowledge, various means of control are used, in particular: an oral survey at the beginning of a practical lesson; the quality of performance, acquisition of theoretical knowledge and practical skills is checked by defending individual homework according to the work program of the discipline.

The grade given for *the practical session* consists of the following elements: oral survey of students; knowledge of theoretical material on the topic; quality of individual homework; the student's ability to justify the constructive decisions made; timely protection of individual homework and timely writing of independent and control works. To complete the discipline program, the student must receive positive grades from each type of semester control, namely: classroom work, control, independent work and individual homework.

The deadline for defending individual homework is considered timely if the student defends it in the next class after studying the corresponding topic. For the untimely defense of an individual homework due to an improper reason, the student receives a "satisfactory" grade for a positive answer.

The student must make up the missed practical session within the deadline set by the teacher, but no later than a week before the end of theoretical classes in the semester.

When *evaluating* students' knowledge, the teacher is guided by the following criteria.

The grade "excellent" according to the ECTS-A scale (see the grading scale) is awarded to a student for a deep and complete mastery of the content of the educational material in which he can easily navigate, the conceptual apparatus, for the ability to connect theory with practice, to solve practical tasks, express and justify their judgments. An excellent assessment implies a competent, logical presentation of the answer (both orally and in writing), high-quality external design. The student must acquire practical skills in compiling various algorithms and developing programs based on these algorithms. The grade "excellent" is awarded to a student who has thoroughly mastered the subject area and knows how to apply it in practice. The student should not hesitate when changing the question, should make detailed and generalizing conclusions.

A grade of "good" according to the ECTS-B scale is given to a student for complete assimilation of the educational material, mastery of the conceptual apparatus, orientation in the studied material, conscious use of knowledge to solve practical tasks, competent presentation of the answer, but there were some inaccuracies in the content and form of the answer (errors), unclear formulations of regularities, etc. The student's answer should be based on independent thinking.

A student receives a "good" grade on the ECTS - C scale for a correct answer with one significant error. A grade of "satisfactory" on the ECTS-D scale is awarded to a student who has demonstrated knowledge of the main curriculum material to the extent necessary for further study and practical activity in a profession that copes with the implementation of practical tasks provided for by the program. As a rule, the student's answer is built on the level of reproductive thinking, the student has little knowledge of the structure of the course, makes mistakes in the answer, learned and acquired practical skills, but made inaccuracies. Hesitates when answering a modified question, at the same time, the student has knowledge that allows him to eliminate inaccuracies in the answer under the guidance of the teacher.

The grade "satisfactory" on the ECTS-E scale is awarded to the student for incomplete mastery of the program material, but acquired knowledge and acquired practical skills.

The rating "unsatisfactory", according to the ECTS - FX scale, is assigned when the student has scattered, unsystematic knowledge, does not know how to distinguish the main and secondary, makes mistakes in the definition of concepts, distorts their meaning, presents the material chaotically and uncertainly, cannot use knowledge when solving practical tasks. As a rule, an "unsatisfactory" grade is given to a student who cannot continue his studies without additional knowledge from the course.

The grade "unsatisfactory", according to the ECTS - F scale, is given to a student when the student has scattered, unsystematic knowledge, does not know how to distinguish the main and secondary, makes mistakes in defining concepts, distorts their meaning, presents the material chaotically and uncertainly, cannot use knowledge in solving practical tasks.

Each type of work is evaluated on a four-point scale. The semester final grade is determined as a weighted average of all types of work

**The structuring of the discipline by types of work and the evaluation of student learning results in the semester by weighting coefficients**

<b>Auditory work</b>	<b>Independent, individual work</b>			<b>Semester control</b>
Practical classes #1-36	Control work	Individual homework #1-5	Independent works #1-5	Exam
1-36 _	1	1-5	1-5	
0.05	0.15	0.2	0.2	0.4

The final semester grade according to the national scale and the ECTS scale is set in an automated mode after entering all grades into the electronic journal. At the same time, according to the national scale, the following is given: "excellent", "good", or "satisfactory" , and according to the ECTS scale - the letter designation of the grade corresponding to the number of points scored by the student.

**Correlation of the domestic evaluation scale and the ECTS evaluation scale**

Evaluati on of ECTS	Interval scale of points	Domestic assessment	
A	4.75–5.00	5	<b>Excellent</b> - deep and complete mastery of the basic material and identification of relevant skills and abilities
B	4.25–4.74	4	<b>Good</b> - complete knowledge of the educational material with a few minor errors
C	3.75–4.24	4	<b>Good</b> - a generally correct answer with two or three significant errors
D	3.25–3.74	3	<b>Satisfactory</b> - incomplete mastery of the software material, but sufficient for practical activities in the profession
E	3.00–3.24	3	<b>Satisfactory</b> - incomplete mastery of the program material that meets the minimum evaluation criteria
FX	2.00–2.99	2	<b>Unsatisfactory</b> – the unsystematic nature of the acquired knowledge and the impossibility of continuing education without additional knowledge of the discipline
F	0.00–1.99	2	<b>Unsatisfactory</b> - serious further work and re-study of the discipline is necessary

## 8 . QUESTIONS FOR STUDENTS' SELF-CONTROL

1. The concept of numerical sequence.
2. The limit of a numerical sequence.
3. The concept of a function and ways of setting it.
4. The domain of the function and the set of its values.
5. Definition of the graph of the function.
6. Monotonic functions.
7. Even and odd functions.
8. Periodic functions.
9. Definition of a complex function..
10. Definition of an inverse function.
11. Definition of the boundary of a function at a point.
12. Concept of infinitesimal quantities.
13. The connection between infinitesimal quantities and the limit of a function at a point.
14. Property of the sum of infinitesimals.
15. The property of the product of infinitesimals by a finite value.
16. Basic theorems about limits.
17. The concept of infinitely large quantities.
18. The relationship between infinitely small and infinitely large quantities.
19. Equivalent infinitesimal quantities.
20. The concept of infinitesimals of the same order of smallness.
21. Basic equivalent infinitesimal functions.
22. Definition of continuity of a function at a point.
23. Correctable gaps in function.
24. Discontinuities of the function of the first kind.
25. Discontinuities of the function of the second kind.
26. Definition of the derivative function at a point.
27. Geometric content of the derivative.
28. The physical content of the derivative.
29. Basic rules of differentiation (derivative of the algebraic sum of two functions, product, quotient, superposition of functions, inverse function).
30. Table of derivatives of elementary functions.
31. The concept of a derivative of a higher order.
32. Study of the function for monotonicity.

33. Critical points of a function.
34. Definition of extremum points and extremums of a function.
35. Rules for finding extrema of a function using the first derivative.
36. Rules for finding extrema of a function using the second derivative.
37. The largest and smallest value of a function on a line segment.
38. Convexity and concavity of a curve on an interval.
39. Inflection points of the function.
40. The procedure for finding intervals of convexity and concavity and inflection points of the function graph.
41. Definition of asymptotes of a graph of a function.
42. Vertical asymptotes of the graph of the function.
43. Horizontal asymptotes of the function graph.
44. Inclined asymptotes of a function graph.
45. The general scheme of research of the function and construction of its graph.
46. The primitive and its properties
47. The indefinite integral and its properties
48. The table of the main indefinite integrals
49. The method of replacing the variable when integrating functions
50. Integration by parts
51. Ostrogradsky theorem
52. Integration of proper rational fractions
53. Integration of improper rational fractions
54. Integration of fractions containing a square trinomial
55. Integration of elementary fractions of the first and second type
56. Integration of elementary fractions of the third type
57. Integration of elementary fractions of the fourth type
58. Integration of trigonometric functions
59. The concept of the definite integral, its geometric meaning
60. The physical meaning of the definite integral
61. Definition of the definite integral, its economic meaning
61. Basic properties of the definite integral
63. Calculation of the definite integral. Newton-Leibnitz formula
64. Approximate calculation of definite integrals
65. Change of variables in the definite integral
66. Integration by parts in the definite integral
67. Improper integrals from unbounded functions
68. Improper integrals on an infinite interval
69. Application of the definite integral
70. Series: basic definitions
- 71 D'Alembert's sign of the convergence of a number series
72. Cauchy's sign of the convergence of a number series
73. Signed series. Leibniz's sign of convergence of such a series
74. Interchangeable series. Absolute and conditional convergence
75. Functional series
76. Power series. Convergence radius
77. Taylor's formula and series
78. Decomposition of some elementary functions into Maclauren's series
79. Differential equations. Basic concepts
80. The simplest types of differential equations of the first order
81. Ways to reduce the order in differential equations.
82. Linear homogeneous differential equations with constant coefficients.
83. Finding a partial solution for a nonhomogeneous differential equation with constant coefficients.

## 9. TEACHING AND LEARNING MATERIALS

The educational process in the discipline " Mathematical analysis" is fully and sufficiently provided with the necessary educational and methodical literature.

## 10. RECOMMENDED LITERATURE

### Main

1. Рудницький В.Б., Рамський А.О., Діхтярук М.М. Вища математика: навч. посібник / В.Б.Рудницький, А.О.Рамський, М.М.Діхтярук – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 438 с.
2. Бакун В. В. Математичний аналіз : підручник у 3-х ч. / В. В. Бакун. – Ч. 3. Числові й функціональні ряди. Інтегрالي, залежні від параметра. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 435 с.
3. Вища математика : методичні вказівки до вивчення курсу для студентів інженерних спеціальностей / А. О. Рамський, Н. О. Ярецька. – Хмельницький : ХНУ, 2021. – 178 с.
4. . Anton, H., Bivens, I. C., Davis, S. (2021). Calculus, Wiley. – 1152 p
5. Фіхтенгольц Г.М. Курс диференціального та інтегрального числення. –2023. – 1000+ с.
6. Yong, J. (2020). Mathematical Analysis: A Concise Introduction. World Scientific Publishing Company. – 276 p

### Auxiliary

7. Використання Maple при вивченні обчислювальної математики: Методичні вказівки до практичних та лабораторних робіт для студентів інженерних спеціальностей /А.О Рамський, Н.О. Ярецька. – Хмельницький: ХНУ, 2023. - 105 с.
8. Abbott, Stephen (2015). Understanding Analysis. Undergraduate Texts in Mathematics. New York: Springer.
9. Вища математика. Диференціальні рівняння. Ряди: практик. Для студентів інж. – техн. мпец. уклад.: Н.М. Самарук, О.А. Поплавська. – Хмельницький: ХНУ, 2020. – 107 с.
10. Вища математика для нематематичних спеціальностей : навч. посіб. / С. С. Дрінь, С. М. Дяченко, Ю. О.Захарійченко, Р. К. Чорней. – К. : НаУКМА, 2017. – 218 с.
11. Потаніна Т.В. Вища математика: «Векторний аналіз і теорія поля». Теорія і практика: навч. посібник / Т.В. Потаніна. – Х.: НТУ «ХПІ», 2019. – 151 с.
12. Rahmani-Andebili, M. (2021). Calculus: Practice Problems, Methods, and Solutions, Springer International Publishing, – 155 p.
13. Washington, A., Evans, R., Boué, M., Martin, E. (2021). Basic Technical Mathematics with Calculus, Pearson Education Australia. – 1168 p.
14. Calculus: The Basics. (2022). NY Research Press.– 207 p.
15. Rogawski, J., Adams, C. (2015). Calculus. W. H. Freeman.– 1150 p.
16. Anton, H., Bivens, I. C., Davis, S. (2021). Calculus: Multivariable. Wiley. .– 448 p.

## 11. INFORMATION RESOURCES

1. MOODLE Learning Platform. Access to the resource <https://msn.khmnu.edu.ua>.
2. University Electronic Library. Access to the resource: <http://library.khmnu.edu.ua> .
3. University Repository. Access to the resource <https://elar.khmnu.edu.ua/home>.

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки;

знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії ПЗ; проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування; вибрати вихідні дані для проектування, керуючись формальними методами опису вимог та моделювання; застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування ПЗ; мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження ПЗ; *аналізувати* вхідні дані завдання; *визначати* функціональні вимоги до розроблюваної програми; *аналізувати* і *порівнювати* методи розв'язання задачі та *обґрунтувати* обраний спосіб; *виконувати* алгоритмізацію задач та кодування; *інтерпретувати* результати роботи програми; *підбирати* тестові набори даних; *виявляти* та *усувати* програмні помилки; *оцінювати* ступінь відповідності розробленої програми визначеним вимогам.