

Київський університет імені Бориса Грінченка  
Факультет інформаційних технологій та математики  
Кафедра математики і фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-методичної  
та навчальної роботи

Олексій ЖИЛЬЦОВ

« \_\_\_\_\_ » 2023 р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІН**  
**ВИЩА МАТЕМАТИКА**

для студентів

спеціальності	122 Комп'ютерні науки
освітнього рівня	першого (бакалаврського)
освітньої програми	122.00.01 Інформатика

Київ – 2023

КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ БОРИСА ГРИНЧЕНКА  
Ідентифікаційний код 02136554  
Начальник відділу  
моніторингу якості освіти

Програма № 0449/23  
Жильцов  
(підпис) (прізвище, ініціал)

« \_\_\_\_\_ » 2023 р.

**Розробники:**

*Семеняка Світлана Олексіївна*, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувачка кафедри математики і фізики;

*Радченко Сергій Петрович*, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики і фізики;

*Локазюк Олександра Вікторівна*, доктор філософії з математики, старший викладач кафедри математики і фізики.

**Викладачі:**


*Семеняка Світлана Олексіївна*, кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувачка кафедри математики і фізики

*Радченко Сергій Петрович*, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики і фізики

*Локазюк Олександра Вікторівна*, доктор філософії з математики, старший викладач кафедри математики і фізики.

**Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри математики і фізики**

Протокол від 23 серпня 2023 р. № 8

Завідувач кафедри  Світлана СЕМЕНЯКА

**Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми (керівником освітньої програми 122.00.01 Інформатика**

\_\_\_\_\_ 2023 р.

Керівник освітньої програми  Ірина МАШКІНА

**Робочу програму перевірено**

\_\_\_\_\_ 2023 р.

Заступник директора/декана  Євген ІВАНІЧЕНКО

**Пролонговано:**

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ), « \_\_\_\_ » \_\_\_\_ 20\_\_ р., протокол № \_\_\_\_

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	
Вид дисципліни	Обов'язкова (компонента ОДФ.03)	
Мова викладання, навчання та оцінювання	Українська	
Загальний обсяг кредитів / годин	15/450	
Курс	1	
Семестр	1, 2	
Кількість змістових модулів з розподілом:	1-й семестр	2-й семестр
Обсяг кредитів / годин, в тому числі:	11 / 330	4 / 120
<b><i>Лінійна алгебра і аналітична геометрія</i></b>	<i>6/180</i>	
Аудиторні	84	
Модульний контроль	12	
Самостійна робота	69	
Семестровий контроль	15 (екзамен)	
<b><i>Математичний аналіз</i></b>	<i>5/150</i>	
Аудиторні	70	
Модульний контроль	10	
Самостійна робота	55	
Семестровий контроль	15 (екзамен)	
<b><i>Диференціальні рівняння</i></b>		<i>4/120</i>
Аудиторні		56
Модульний контроль		8
Самостійна робота		26
Семестровий контроль		30 (екзамен)

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни «Вища математика» є нормативним документом Київського університету імені Бориса Грінченка, який розроблено кафедрою математики і фізики на основі освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня відповідно до навчального плану спеціальності 122 Комп'ютерні науки, освітньої програми 122.00.01 Інформатика.

Навчальна дисципліна «Вища математика» складається з чотирьох відносно самостійних частин (модулів): Лінійна алгебра і аналітична геометрія (6 кредитів), Математичний аналіз (5 кредитів), Диференціальні рівняння (4 кредити).

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Вища математика» є ознайомлення студентів з базовими поняттями фундаментальних розділів лінійної алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу, диференціальних рівнянь в обсязі, необхідному для оволодіння методами розв'язування прикладних задач; фундаментальна підготовка фахівців у галузі інформатики, спроможних за допомогою математичного моделювання розв'язувати комплексні прикладні задачі дослідження та прогнозування реальних процесів.

**Завдання** полягає у формуванні теоретичних знань та практичних умінь необхідних для успішного розв'язання задач лінійної алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу, диференціальних рівнянь; ознайомлення із характерними прикладами застосувань; оволодіння базовими теоретичними та практичними методами дослідження та розв'язування прикладних задач та набуття **наступних компетентностей**:

### Загальні компетентності

**ЗК-1:** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**ЗК-6:** Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК-7:** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; до критичної оцінки отриманої інформації, використання логіки і раціональних міркувань.

### Спеціальні (фахові) компетентності

**СК-1:** Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач в галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування отриманих результатів.

**СК-4:** Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі та алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язання професійних задач.

**СК-17:** Володіння системними відомостями та базовими знаннями з основ комп'ютерної графіки, здатність до побудови графічних об'єктів, в тому числі тривимірних, об'єктів віртуальної та доповненої реальності, створення комп'ютерної анімації, проєктування, дизайну та програмування комп'ютерних ігор.

## 3. Результати навчання за дисципліною

**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен оволодіти:**

- **знаннями** про матриці та операції з ними, системи лінійних алгебраїчних рівнянь та їх розв'язання, лінійні простори, метод координат, векторне числення та основні рівняння геометричних фігур, числові послідовності, границю числової послідовності, функцію однієї та декількох змінних, границю й неперервність функції однієї змінної, диференціальне числення функції однієї та декількох змінних, інтегральне числення функції однієї та декількох змінних; числові та функціональні, зокрема, степеневі ряди; основними поняттями теорії звичайних

диференціальних рівнянь (порядок рівняння, розв'язок, загальний, частинний та особливий розв'язок, початкові умови, задача Коші, системи диференціальних рівнянь, лінійні системи (однорідні та неоднорідні), стійкість розв'язку, особливі точки, їх типи.

- **уміннями** виконувати основні операції з матрицями, обчислювати визначники, розв'язувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь, досліджувати властивості геометричних фігур, заданих рівняннями, обчислювати границі послідовностей, границі функцій, досліджувати функції на неперервність, розв'язувати задачі диференціального числення функції однієї та декількох змінних та застосовувати апарат диференціального числення до практичних задач (наближені обчислення, дослідження властивостей функцій, знаходження екстремумів, обчислення границь), обчислювати інтеграли функції однієї та декількох змінних, обчислювати та досліджувати на збіжність невластні інтеграли, застосовувати апарат інтегрального числення до прикладних задач, досліджувати на збіжність числові та функціональні ряди; уміннями розв'язувати звичайні диференціальні рівняння першого порядку, що інтегруються в квадратурах; уміннями знаходження загального розв'язку лінійного однорідного рівняння другого і вищих порядків зі сталими коефіцієнтами; методом невизначених коефіцієнтів для знаходження частинного розв'язку лінійного неоднорідного диференціального рівняння другого і вищих порядків зі сталими коефіцієнтами і спеціальною правою частиною та умінням записати загальний розв'язок такого рівняння; методом Ейлера розв'язування системи лінійних однорідних рівнянь зі сталими коефіцієнтами та методом невизначених коефіцієнтів для знаходження частинного розв'язку неоднорідної системи; методами Ляпунова для дослідження стійкості розв'язків.

#### **Програмні результати навчання, яких планується досягнути**

**ПР-1** 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.

**ПР-2:** 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.

**ПР-6:** використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів

**ПР-17:** із використанням відповідного програмного забезпечення будувати графічні об'єкти (в тому числі тривимірні), об'єкти віртуальної та доповненої реальності, створювати комп'ютерну анімацію, проєктувати, та створювати комп'ютерні ігри

#### 4. Структура навчальної дисципліни

№ п/п	Назва змістових модулів і тем	Кількість годин				
		Разом	Л	ПР	МК	СР
<b>Модуль 1. ЛІНІЙНА АЛГЕБРА І АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ(1-й семестр)</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Матриці та визначники.</b>						
	<i>Тема 1.</i> Матриці. Види матриць.	<b>8</b>	2	2	2	2
	<i>Тема 2.</i> Дії над матрицями	<b>10</b>	2	2	2	4
	<i>Тема 3.</i> Визначники та методи їх обчислення.	<b>12</b>	2	4		6
	<i>Тема 4.</i> Теорема Лапласа. Наслідок.	<b>8</b>	2	2		4
	<i>Тема 5.</i> Теорема про обернену матрицю.	<b>8</b>	2	2		4
	<i>Тема 6.</i> Ранг матриці. теорема про ранг.	<b>8</b>	2	2		4
	<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>24</b>
<b>Змістовий модуль 2. Системи лінійних рівнянь.</b>						
	<i>Тема 7.</i> Метод Крамера і матричний метод розв'язування систем лінійних рівнянь.	<b>9</b>	2	4		3
	<i>Тема 8.</i> Розв'язування систем лінійних рівнянь методом послідовного виключення невідомих (метод Гауса).	<b>14</b>	2	4	2	6
	<i>Тема 9.</i> Теорема Кронекера-Капеллі про сумісність систем лінійних рівнянь.	<b>7</b>	2	2		3
	<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>30</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>Змістовий модуль 3. Площина.</b>						
	<i>Тема 10.</i> Векторне числення. Дії з векторами.	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		4
	<i>Тема 11.</i> Метод координат. Системи координат.	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		3
	<i>Тема 12.</i> Рівняння геометричних фігур. Канонічне рівняння прямої.	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	6
	<i>Тема 13.</i> Криві другого порядку та їх рівняння. Властивості.	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	6
	<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>45</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>19</b>
<b>Змістовий модуль 4. Простір.</b>						
	<i>Тема 14.</i> Площина у просторі та її рівняння.	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		4
	<i>Тема 15.</i> Взаємне розташування прямих та площин у просторі.	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		2
	<i>Тема 16.</i> Різні типи задач на прямі та площини.	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		2
	<i>Тема 17.</i> Поверхні обертання.	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	3
	<i>Тема 18.</i> Поверхні другого порядку.	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		3
	<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
	<b>Семестровий контроль (екзамен)</b>	<b>15</b>				
	<b>Усього годин</b>	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>48</b>	<b>12</b>	<b>69</b>
<b>Модуль 2. МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ (1-й семестр)</b>						

<b>Змістовий модуль 1. Функції та числові послідовності.</b>					
<i>Тема 1.</i> Функція дійсної змінної.	<b>4</b>	2	2		
<i>Тема 2.</i> Числова послідовність. Границя числової послідовності	<b>12</b>	2	4	1	5
<i>Тема 3.</i> Границя і неперервність функції однієї змінної	<b>12</b>	2	4	1	5
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 2. Диференціальне числення функції однієї та декількох змінних</b>					
<i>Тема 4.</i> Диференціальне числення функції однієї змінної	<b>24</b>	4	8	2	10
<i>Тема 5.</i> Диференціальне числення функції багатьох змінних	<b>20</b>	4	4	2	10
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 3. Інтегральне числення функції однієї змінної</b>					
<i>Тема 6.</i> Інтегральне числення функції однієї змінної	<b>20</b>	6	8	1	5
<i>Тема 7.</i> Застосування визначеного інтеграла	<b>17</b>	2	4	1	10
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
<b>Змістовий модуль 4. Функціональні послідовності та ряди</b>					
<i>Тема 8.</i> Дійсні числові ряди. Ознаки збіжності числових рядів	<b>12</b>	2	4	1	5
<i>Тема 9.</i> Функціональні послідовності та ряди. Степеневий ряд.	<b>14</b>	4	4	1	5
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>Семестровий контроль (екзамен)</b>	<b>15</b>				
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>10</b>	<b>55</b>
<b>Модуль 3. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ (2-й семестр)</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Диференціальні рівняння першого порядку, що інтегруються в квадратурах</b>					
<i>Тема 1.</i> Диференціальні рівняння: основні поняття та означення. Задачі, що приводять до використання диференціальних рівнянь	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
<i>Тема 2.</i> Умови існування і єдиності розв'язку задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку	<b>3</b>	<b>1</b>			<b>2</b>
<i>Тема 3.</i> Диференціальні рівняння першого порядку, які	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

інтегруються в квадратурах					
<b>Тема 4.</b> Диференціальні рівняння першого порядку, не розв'язані відносно похідної	5	2	2		1
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	30	8	14	2	6
<b>Змістовий модуль 2. Диференціальні рівняння вищих порядків</b>					
<b>Тема 5.</b> Інтегрування диференціальних рівнянь вищих порядків	16	2	6	2	6
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	16	2	6	2	6
<b>Змістовий модуль 3. Лінійні диференціальні рівняння <math>n</math>-го порядку</b>					
<b>Тема 6.</b> Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами	12	2	4	1	5
<b>Тема 7.</b> Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами	12	2	6	1	5
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	26	4	10	2	10
<b>Змістовий модуль 4. Основи теорії лінійних систем диференціальних рівнянь та теорії стійкості</b>					
<b>Тема 8.</b> Лінійні системи диференціальних рівнянь	10	2	4	2	2
<b>Тема 9.</b> Основи теорії стійкості	8	2	4		2
<b>Разом за змістовим модулем 4</b>	18	4	8	2	4
<b>Семестровий контроль (екзамен)</b>	30				
<b>Усього годин</b>	120	18	38	8	26

## 5. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1. ЛІНІЙНА АЛГЕБРА І АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ

#### Змістовий модуль 1.

#### Матриці та визначники.

##### **Тема 1. Матриці. Види матриць.**

Поняття матриці. Квадратні матриці Трикутні матриці. Діагональні матриці. Одинична та нульова матриці. Порівняння матриць.

##### **Тема 2. Дії над матрицями.**

Елементарні перетворення матриць. Дії над матрицями (додавання, віднімання, множення на число, множення матриць відповідної розмірності). Обернена матриця. Знаходження оберненої матриці за її означенням. Властивості операцій з матрицями: замкненість, асоціативність, комутативність. Властивості операцій додавання та множення для матриць відповідних розмірностей

##### **Тема 3. Визначники та методи їх обчислення.**

Визначники та методи їх обчислення. Означення визначника 2-го і 3-го порядку. Методи обчислення визначників. Означення визначника  $n$ -го порядку. Обчислення визначників за означенням. Властивості визначників. Застосування визначників.



#### **Тема 4. Теорема Лапласа. Наслідок.**

Теорема Лапласа про розклад визначника за рядком або стовпчиком. Наслідки. Спосіб практичного використання теореми Лапласа.

#### **Тема 5. Теорема про обернену матрицю.**

Поняття оберненої матриці. Теорема про обернену матрицю.

#### **Тема 6. Ранг матриці. теорема про ранг.**

Поняття рангу матриці. Мінори прямокутних матриць. Елементарні перетворення матриць. Теорема про ранг матриці. Лінійна залежність рядків та стовпчиків матриці.

### **Змістовий модуль 2.**

#### **Системи лінійних рівнянь.**

#### **Тема 7. Метод Крамера і матричний метод розв'язування систем лінійних рівнянь.**

Поняття про системи лінійних рівнянь. Розв'язок системи лінійних рівнянь. Сумісні і несумісні системи лінійних рівнянь. Визначені і невизначені системи лінійних рівнянь. Застосування визначників до розв'язування систем лінійних рівнянь (метод Крамера). Матричний метод.

#### **Тема 8. Розв'язування систем лінійних рівнянь методом послідовного виключення невідомих (метод Гауса).**

Метод послідовного виключення невідомих в системі лінійних рівнянь з метою приведення її до спеціального вигляду, який є очевидною формою отримання розв'язків системи лінійних рівнянь та дослідження системи.

#### **Тема 9. Теорема Кронекера-Капеллі про сумісність систем лінійних рівнянь.**

Теорема Кронекера-Капеллі про сумісність систем лінійних рівнянь дає відповідь на питання про сумісність системи з використанням поняття рангу. Розв'язування невизначених систем лінійних рівнянь.

### **Змістовий модуль 3.**

#### **Тема 10. Векторне числення. Дії з векторами.**

Поняття вектору. Основні властивості векторів. Колінеарність та перпендикулярність векторів. Додавання та віднімання векторів. Множення векторів на число. Скалярний добуток. Векторний добуток. Мішаний добуток Координатне подання векторного добутку. Геометрична інтерпретація операцій з векторами.

#### **Тема 11. Метод координат. Системи координат.**

Метод координат. Система координат з векторним базисом. Декартова система координат. Афінна система координат. Симетрія. Дії з векторами в координатній формі.

#### **Тема 12. Рівняння геометричних фігур. Канонічне рівняння прямої.**

Геометричні фігури в системі координат та їх рівняння. Основні положення аналітичної геометрії. Відстань між точками. Рівняння прямої: нормоване, загальне, канонічне, параметричне, у відрізках, функціональне. Геометричний зміст коефіцієнтів рівнянь прямої. Основні задачі на пряму. Кут між прямими.

#### **Тема 13. Криві другого порядку та їх рівняння. Властивості.**

Коло, еліпс, парабола, гіпербола, їх канонічні рівняння. Ексцентриситет і директриса. Загальне рівняння лінії другого порядку. Геометричні та оптичні властивості кривих 2-го порядку.

### **Змістовий модуль 4.**

#### **Тема 14. Площина у просторі та її рівняння.**

Рівняння площини у просторі: нормоване, загальне, у відрізках. Геометричний зміст коефіцієнтів рівняння площини.

#### **Тема 15. Взаємне розташування прямих та площин у просторі.**

Рівняння прямої у просторі. Відмінність від прямої на площині. Кут між площинами. Відстань від точки до площини. Відстань між паралельними площинами. Кут між площиною та прямою.

#### **Тема 16. Різні типи задач на прямі та площини.**

Перевірка умови перетину прямої та площини. Перевірка умови перетину двох прямих. Проведення прямої (канонічне рівняння), яка є перетином двох площин. Проведення прямої (канонічне рівняння), яка перпендикулярна двом площинам.

#### **Тема 17. Поверхні обертання.**

Конус обертання, еліпсоїд обертання, гіперболоїд обертання, параболоїд обертання, сфера. Рівняння, властивості.

#### **Тема 18. Поверхні другого порядку.**

Конус, еліпсоїд, гіперболоїд, параболоїд, гіперболічний параболоїд. Рівняння, властивості. Дослідження методом перетинів.

## **Модуль 2. МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ**

### **Змістовий модуль 1.**

#### **Функції та числові послідовності.**

##### **Тема 1. Функція дійсної змінної. Числова послідовність як функція натурального аргументу.**

Загальне поняття відображення або функції. Образ та прообраз. Способи задання функції. Поняття оборотності функції. Критерій оборотності. Дійсна функція дійсної змінної. Графік функції. Означення оберненої функції та суперпозиції функцій. Основні класи функцій (обмежені, монотонні, парні, непарні, періодичні). Елементарні функції. Числова послідовність як функція натурального аргументу.

##### **Тема 2. Границя числової послідовності.**

Числові послідовності: збіжність, часткові границі. Властивості збіжних послідовностей. Теореми про границі суми, добутку, частки збіжних послідовностей. Нескінченно малі і нескінченно великі послідовності. Границя монотонної послідовності, число  $e$ .

##### **Тема 3. Границя і неперервність функції однієї змінної**

Границя функції в точці (на нескінченності). Теореми про границі. Односторонні границі. Нескінченно малі і нескінченно великі функції. Види невизначеностей. Важливі границі. Техніка обчислення границь. Асимптоти кривої.

Неперервність функції в точці. Точки розриву і їх класифікація. Поняття про кусково неперервну функцію. Арифметичні дії над неперервними функціями. Неперервність складної та оберненої функцій. Властивості функцій, неперервних на відрізку.

### **Змістовий модуль 2.**

#### **Диференціальне числення функції однієї та декількох змінних**

##### **Тема 4. Диференціальне числення функції однієї змінної**

Похідна. Її механічний та геометричний зміст. Поняття диференційовності функції в точці. Зв'язок диференційовності і неперервності функції в точці. Основні правила диференціювання функцій. Диференціал функції, його застосування до наближених обчислень. Похідні і диференціали вищих порядків.

Основні теореми диференціального числення (Ролля, Лагранжа, Коші) та їх застосування. Формула Тейлора. Правила Лопітала. Критерій сталості функції. Умови монотонності функції. Екстремуми функції, необхідні та достатні умови екстремуму функції. Напрями опуклості і точки перегину кривої. Повне дослідження функції і побудова її графіка.

## **Тема 5. Диференціальне числення функції багатьох змінних**

Функція кількох змінних: означення, область визначення, множина значень, графік, лінії рівня поверхні (для функції двох змінних), поверхні рівня (для функції трьох змінних). Частинні похідні, їх геометричний зміст. Диференційовність функції кількох змінних. Достатні умови диференційовності. Диференціал, його застосування до наближених обчислень. Частинні похідні і диференціал складної функції. Частинні похідні і диференціали вищих порядків. Теорема про рівність мішаних частинних похідних.

### **Змістовий модуль 3.**

#### **Інтегральне числення функції однієї та декількох змінних**

## **Тема 6. Інтегральне числення функції однієї змінної**

Поняття первісної і невизначеного інтеграла. Основна властивість первісної. Властивості невизначеного інтеграла. Основні методи інтегрування. Таблиця інтегралів. Інтегрування раціональних, ірраціональних, тригонометричних функцій.

Площа криволінійної трапеції. Поняття визначеного інтеграла, його геометричний зміст. Необхідна умова існування визначеного інтеграла. Класи інтегрованих функцій. Властивості визначеного інтеграла. Визначений інтеграл із змінною верхньою межею інтегрування. Формула Ньютона – Лейбніца. Заміна змінної та інтегрування частинами.

Невласні інтеграли першого (на необмеженому проміжку) та другого (від необмеженої функції) родів. Ознаки збіжності.

Застосування визначеного інтеграла в геометрії (обчислення площ, об'ємів) та фізиці (обчислення маси, статичних моментів, центра мас).

## **Тема 7. Інтегральне числення функції багатьох змінних**

Поняття про подвійні та потрійні інтеграли. Обчислення подвійних і потрійних інтегралів.

Криволінійні інтеграли першого та другого родів, їх фізичний зміст, властивості. Формула Гріна. Криволінійні інтеграли, що не залежать від вибору шляху інтегрування.

### **Змістовий модуль 4.**

#### **Функціональні послідовності та ряди**

## **Тема 8. Дійсні числові ряди**

Поняття ряду. Збіжність ряду, його сума. Необхідна умова збіжності ряду. Геометрична прогресія і гармонічний ряд. Властивості збіжних рядів. Додатні ряди, ознаки збіжності (порівняння, Даламбера, Коші, інтегральна). Знакозмінні ряди, ознака Лейбніца. Абсолютна та умовна збіжність. Властивості абсолютно та умовно збіжних рядів.

## **Тема 9. Функціональні послідовності та ряди**

Функціональна послідовність, збіжність, рівномірна збіжність. Функціональний ряд, збіжність, область збіжності, сума, рівномірна збіжність, ознака Вейерштрасса. Властивості суми рівномірно збіжного ряду.

Поняття степеневих рядів. Теорема Абеля. Радіус, інтервал, область збіжності степеневих рядів. Властивості суми степеневих рядів. Ряд Тейлора. Розвинення елементарних функцій у ряд Тейлора. Застосування степеневих рядів до наближених обчислень.

## Модуль 3. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

### Змістовий модуль 1.

#### Диференціальні рівняння першого порядку, що інтегруються в квадратурах

##### **Тема 1. Диференціальні рівняння: основні поняття**

Поняття диференціального рівняння, звичайного диференціального рівняння, його розв'язку; інтегральна крива. Порядок диференціального рівняння. Диференціальні рівняння та математичне моделювання. Приклади задач, які приводять до диференціальних рівнянь.

##### **Тема 2. Умови існування і єдиності розв'язку задачі Коші для диференціального рівняння першого порядку.**

Загальний та частинний розв'язки диференціального рівняння. Задача Коші. Теорема існування і єдиності розв'язку задачі Коші для нормального диференціального рівняння 1-го порядку.

Поняття про особливий розв'язок диференціального рівняння.

##### **Тема 3. Диференціальні рівняння першого порядку, які інтегруються в квадратурах**

Диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними та звідні до них. Однорідні та квазіоднорідні диференціальні рівняння. Лінійні диференціальні рівняння; рівняння Бернуллі; рівняння Ріккати. Диференціальні рівняння в повних диференціалах. Інтегрувальний множник.

##### **Тема 4. Диференціальні рівняння першого порядку, не розв'язані відносно похідної.**

Основні поняття. Теорема про існування та єдність розв'язку задачі Коші. Найпростіші типи диференціальних рівнянь першого порядку, не розв'язаних відносно похідної. Рівняння Лагранжа і Клеро.

### Змістовий модуль 2.

#### Диференціальні рівняння вищих порядків

##### **Тема 5. Інтегрування диференціальних рівнянь вищих порядків**

Основні поняття: загальний вигляд диференціального рівняння вищих порядків; розв'язок, загальний, частинний розв'язки; початкові умови, задача Коші. Теорема про існування і єдність розв'язку задачі Коші. Інтегрування та зниження порядку диференціальних рівнянь вищих порядків

### Змістовий модуль 3.

#### Лінійні диференціальні рівняння $n$ -го порядку

##### **Тема 6. Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами**

Характеристичне рівняння. Вигляд частинних розв'язків лінійного однорідного диференціального рівняння зі сталими коефіцієнтами у випадках: а) усі корені характеристичного рівняння прості дійсні; б) серед коренів характеристичного рівняння є комплексно-спряжені; в) характеристичне рівняння має кратні корені.

Загальний розв'язок лінійного однорідного диференціального рівняння зі сталими коефіцієнтами.

##### **Тема 7. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами**

Структура загального розв'язку лінійного неоднорідного рівняння. Метод варіації довільних сталих. Лінійне рівняння зі спеціальною правою частиною.

## Змістовий модуль 4.

### Основи теорії лінійних систем диференціальних рівнянь та теорії стійкості

#### Тема 8. Лінійні системи диференціальних рівнянь

Лінійні однорідні системи диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Фундаментальна система розв'язків. Теорема про загальний розв'язок. Метод Ейлера. Лінійні неоднорідні системи.

#### Тема 9. Основи теорії стійкості

Поняття про стійкість розв'язків диференціальних рівнянь. Означення стійкості за Ляпуновим.

Перший та другий методи Ляпунова.

Типи точок спокою.

## 6. Контроль навчальних досягнень

### 6.1. Система оцінювання навчальних досягнень студентів

#### Модуль 1. ЛІНІЙНА АЛГЕБРА І АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	6	6	3	3	4	4	5	5
2	Відвідування практичних занять	1	7	7	5	5	7	7	5	5
3	Виконання практичних завдань (к-сть балів за модуль як середнє арифметичне всіх отриманих у межах відповідного модуля оцінок)	10	1	10	1	10	1	10	1	10
4	Виконання модульної контрольної роботи	25	2	50	1	25	2	50	1	25
	Разом	232		73		43		71		45
	Максимальна кількість балів:	<b>60 (іспит – 40 балів)</b>								
	Розрахунок коефіцієнта	<b>60/232 = 0,26</b>								

## Модуль 2. МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	3	3	4	4	4	4	3	3
2	Відвідування практичних занять	1	5	5	6	6	6	6	4	4
3	Виконання практичних завдань (к-сть балів за модуль як середнє арифметичне всіх отриманих у межах відповідного модуля оцінок)	10	1	10	1	10	1	10	1	10
4	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	2	50	1	25	1	25
	Разом	200		43		70		45		42
	Максимальна кількість балів:	<b>60 (іспит – 40 балів)</b>								
	Розрахунок коефіцієнта	<b>60/200 = 0,3</b>								

## Модуль 3. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

№ з/п	Вид діяльності студента	Макс. кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3		Модуль 4	
			Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид	Кільк. одиниць до розрахунку	Макс. кількість балів за вид
1	Відвідування лекцій	1	4	4	1	1	2	2	2	2
2	Відвідування практичних занять	1	7	7	3	3	5	5	4	4
3	Виконання практичних завдань (к-сть балів за модуль як середнє арифметичне всіх отриманих у межах відповідного модуля оцінок)	10	1	10	1	10	1	10	1	10
4	Виконання модульної контрольної роботи	25	1	25	1	25	1	25	1	25
	Разом	168		46		39		42		41
	Максимальна кількість балів:	<b>60 (іспит – 40 балів)</b>								
	Розрахунок коефіцієнта	<b>60/168 = 0,36</b>								

\* За кожний змістовий модуль студент може отримати максимально 10 балів і це число балів є середнім арифметичним (округленим до цілого) балів, отриманих за виконані практичні завдання даного змістового модуля. Якщо цей середній арифметичний показник менший, ніж 6 балів, студент має відповідні теми модуля опрацювати і в індивідуальному порядку здати викладачу; іншими видами робіт бали не компенсуються.

## 6.2. Самостійна робота з дисциплін

### «ЛІНІЙНА АЛГЕБРА І АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ»

№ з/п	Назва теми або завдання	Кількість годин
1.	Вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури (підготовка, практичних занять)	14
2.	Виконання практичних домашніх завдань	17
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	21
4.	Підготовка до екзамену	17
	<b>Разом</b>	<b>69</b>

### «МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ»

№ з/п	Назва теми або завдання	Кількість годин
1.	Вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури (підготовка, практичних занять)	10
2.	Виконання практичних домашніх завдань	15
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	15
4.	Підготовка до екзамену	15
	<b>Разом</b>	<b>55</b>

### «ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ»

№ з/п	Назва теми або завдання	Кількість годин
1.	Вивчення лекційного матеріалу та рекомендованої літератури (підготовка, практичних занять)	5
2.	Виконання практичних домашніх завдань	8
3.	Підготовка до модульних контрольних робіт	8
4.	Підготовка до екзамену	5
	<b>Разом</b>	<b>26</b>

**6.3. Форми проведення модульного контролю та критерії оцінювання:** письмова модульна контрольна робота, яка за сумарною кількістю виконаних завдань оцінюється по 25-ти бальній шкалі.

Кількість балів	<u>Критерії оцінювання</u>
25- 24	Задачі розв'язані правильно; обрано оптимальний метод її розв'язання; наведено повне і правильне розв'язання з належним обґрунтуванням всіх логічних кроків; розв'язок адекватно інтерпретовано в термінах реальної задачі; виклад грамотний.
23-21	Є повне і правильне розв'язання, наявність незначних логічних прогалин в обґрунтуваннях або незначних технічних помилок.
20-18	У цілому правильна ідея, хід розв'язання, наявність незначних логічних помилок або неповнота розв'язання, технічні помилки. Або розв'язано правильно біля 76 - 80% задач.
17-16	Частково правильне розв'язання (містить деякі правильно виконані кроки), наявні помилки або відступі деякі кроки розв'язання.  Або розв'язано правильно 70 - 75% задач.
15-14	Є розуміння сутності задачі та методів її розв'язання, але наявні суттєві помилки в розв'язанні (відсутні або неправильні деякі кроки); відсутня інтерпретація розв'язку. Або розв'язано правильно лише 60-69% задач.
13-0	Не володіє навчальним матеріалом, не може застосувати його на практиці, не володіє навичками розв'язання типових практичних задач відповідної теми. Модульна контрольна робота не зараховується і потребує повторної задачі.

**6.4. Форми проведення семестрового контролю та критерії оцінювання:** екзамен проводиться в університетській аудиторії у тестовій формі із використанням персональних комп'ютерів, якщо ситуація дозволяє проведення освітнього процесу офлайн. Якщо ж освітній процес проходить дистанційно, то екзамен проводиться онлайн в режимі відеоконференції засобами GoogleMeet та з використанням системи Moodle.

Студент дає відповіді на запитання та завдання запропонованого тесту. Тест містить 20 питань (завдань), які передбачають автоматичну (комп'ютерну) перевірку і оцінюються по 2 бали за кожну правильну відповідь (сумарна кількість балів - 40 балів).



### 6.5. Шкала відповідності оцінок

Рейтингов а оцінка	Оцінка за стобальною шкалою	Значення оцінки
<b>A</b>	<b>90 – 100</b> балів	<b>Відмінно</b> – відмінний рівень знань (умінь) в межах обов’язкового матеріалу з можливими незначними недоліками
<b>B</b>	<b>82-89</b> балів	<b>Дуже добре</b> – достатньо високий рівень знань (умінь) в межах обов’язкового матеріалу без суттєвих (грубих) помилок
<b>C</b>	<b>75-81</b> балів	<b>Добре</b> – в цілому добрий рівень знань (умінь) з незначною кількістю помилок
<b>D</b>	<b>69-74</b> балів	<b>Задовільно</b> – посередній рівень знань (умінь) із значною кількістю недоліків, достатній для подальшого навчання або професійної діяльності
<b>E</b>	<b>60-68</b> балів	<b>Достатньо</b> – мінімально можливий допустимий рівень знань (умінь)
<b>FX</b>	<b>35-59</b> балів	<b>Незадовільно з можливістю повторного складання</b> – незадовільний рівень знань, з можливістю повторного перескладання за умови належного самостійного доопрацювання
<b>F</b>	<b>1-34</b> балів	<b>Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням курсу</b> – досить низький рівень знань (умінь), що вимагає повторного вивчення дисципліни

**7. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА КАРТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ВИЩА МАТЕМАТИКА»**

**Модуль 1. ЛІНІЙНА АЛГЕБРА І АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ**

**Всього: 180 год., з них лекції – 36 год., практичні заняття – 48 год., модульний контроль – 12 год., самостійна робота – 69 год., семестровий контроль – 15 год. (екзамен)**

Змістовий модуль	1						2			3				4																																		
Назва ЗМ	Матриці та визначники						Системи лінійних рівнянь			Площина				Простір																																		
Лекції (№)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																														
Теми лекцій	Матриці. Види матриць.		Дії над матрицями		Визначники та методи їх обчислення.		Теорема Лапласа. Наслідок.		Теорема про обернену матрицю		Ранг матриці. теорема про ранг		Метод Крамера і матричний метод розв'язування систем лінійних рівнянь.		Розв'язування систем лінійних рівнянь методом послідовного виключення невідомих (метод Гауса)		Теорема Кронекера-Капеллі про сумісність систем лінійних рівнянь		Векторне числення. Дії з векторами.		Метод координат. Системи координат.		Рівняння геометричних фігур. Канонічне рівняння прямої.		Криві другого порядку та їх рівняння. Властивості.		Площина у просторі та її рівняння.		Взаємне розташування прямих та площин у просторі.		Різні типи задач на прямих та площини.		Поверхні обертання.		Поверхні другого порядку.													
Практичні (№)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																								
Теми практичних занять	Поняття матриці. Типи матриць.		Дії з матрицями. Властивості.		Поняття визначника. Обчислення.		Властивості визначників. Мінори.		Теорема Лапласа та її застосування.		Ранг матриці. Обчислення рангу.		Обернена матриця. Обчислення.		Лінійна залежність векторів.		Системи лінійних рівнянь та їх розв'язки.		Метод Крамера і матричний метод.		Метод Гауса розв'язування систем лінійних рівнянь.		Дослідження систем на сумісність.		Вектори та їх координати.		Додавання та множення векторів.		Вектори в системі координат. Ортогональність та колінеарність.		Рівняння прямих на площині.		Кути між прямими. Відстань між прямими.		Площини у просторі та їх рівняння.		Взаємне розташування площин.		Взаємне розташування площин та прямих.		Використання векторів для розв'язування задач з прямими та площинами.		Перетин прямих у просторі.		Основні поверхні другого порядку.		Дослідження поверхонь методом перетинів.	
Відвідування занять	21												21																																			
Викон. прак. завдань	10												10																																			
Модульний контроль	75												75																																			
Екзамен	40																																															
Підсумковий бал	232×0,26+40=100 балів																																															

## Модуль 2. МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ

**Всього: 150 год.**, з них лекції – 28 год., практичні заняття – 42 год., модульний контроль – 10 год., самостійна робота – 55 год., семестровий контроль – 15 год. (екзамен)

Змістовий модуль	ЗМ 1			ЗМ 2				ЗМ 3				ЗМ 4									
Назва ЗМ	Функції та числові послідовності.			Диференціальне числення функції однієї та декількох змінних				Інтегральне числення функції однієї змінної				Функціональні послідовності та ряди									
Лекції (№)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
Теми лекцій	Функція дійсної змінної.	Границя числової послідовності	Границя і неперервність функції однієї змінної	Диференціальне числення функції однієї змінної	Диференціальне числення функції однієї змінної	Застосування похідної	Диференціальне числення функції багатьох змінних	Первісна та невизначений інтеграл.	Методи інтегрування	Визначений інтеграл	Застосування визначеного інтеграла	Дійсні числові ряди	Функціональні послідовності та ряди	Степеневий ряд							
Практичні (№)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Теми практичних занять	Функція дійсної змінної.. Числова послідовність як функція натурального аргументу	Обчислення границь послідовностей	Обчислення границь послідовностей	Обчислення границі	Дослідження неперервності функції	Правила диференціювання	Правила диференціювання	Застосування похідної та диференціала	Застосування похідної та диференціала	Методи обчислення невизначених інтегралів .	Обчислення частинних похідних	Первісна та невизначений інтеграл.	Методи обчислення невизначених інтегралів	Методи обчислення невизначених інтегралів	Визначений інтеграл	Застосування визначеного інтеграла	Застосування визначеного інтеграла	Дослідження збіжності додатних рядів.	Знакозмінні ряди	Степеневий ряд: радіус та область збіжності	Розвинення функцій в тригонометричний ряд Фур'є.
Відвідування занять	8			10				10				7									
Викон. прак.завдань	10			10				10				10									
Модульний контроль	25			50				25				25									
Екзамен	40																				
Підсумковий бал	<b>200x0,3+40=100 балів</b>																				

### Модуль 3. ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ

**Всього: 120 год.**, з них лекції – 18 год., практичні заняття – 38 год., модульний контроль – 8 год., самостійна робота – 26 год., семестровий контроль – 30 год. (екзамен)

Зм. модуль	ЗМ 1				ЗМ 2			ЗМ 3					ЗМ 4			
Назва ЗМ	Диференціальні рівняння першого порядку, що інтегруються в квадратурах				Диференціальні рівняння вищих порядків			Лінійні диференціальні рівняння $n$ -го порядку					Основи теорії лінійних систем диференціальних рівнянь			
Лекції (№)	1	2	3	4	5			6		7			8		9	
Теми лекцій	Диференціальні рівняння: основні поняття та означення	Диференціальні рівняння першого порядку, які інтегруються в квадратурах	Диференціальні рівняння першого порядку, які інтегруються в квадратурах	Диференціальні рівняння першого порядку, не розв'язані відносно похідної	Інтегрування диференціальних рівнянь вищих порядків			Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами		Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами			Лінійні системи диференціальних рівнянь		Основи теорії стійкості	
Практичні (№)		1, 2, 3	4, 5, 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Теми практичних занять		Диференціальні рівняння першого порядку(6 год)	Диференціальні рівняння першого порядку(6 год)	Диференціальні рівняння першого порядку, не розв'язані відносно похідної	Інтегрування диференціальних рівнянь вищих порядків	Інтегрування диференціальних рівнянь вищих порядків	Інтегрування диференціальних рівнянь вищих порядків	Лінійні однорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами	Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами	Лінійні системи диференціальних рівнянь	Лінійні системи диференціальних рівнянь	Основи теорії стійкості	Основи теорії стійкості
Відвідування занять	11				4			7					6			
Викон. прак. завдань	10				10			10					10			
Модульн. контроль	25				25			25					25			
Екзамен	40															
Підсумковий бал	168 x 0,3 6+40=100 балів															

## 8. Рекомендована література

1. Ординська З. П., Орловський І. В., Руновська М. К. Конспект лекцій з аналітичної геометрії та лінійної алгебри (для студентів технічних факультетів), НТУ України КПІ, 2014. [http://matan.kpi.ua/public/files/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B0\\_%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F\\_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.pdf](http://matan.kpi.ua/public/files/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%B5%D0%B1%D1%80%D0%B0_%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.pdf)
2. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Практикум. (І курс І семестр) / Уклад.: І. В. Алексєєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова. — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 180 с. <http://matan.kpi.ua/public/files/PraktykumLAAG.pdf>
3. Завало С.Т. Курс алгебри. — К.: Вища школа, 1985. — 503 с.
4. Шкіль М.І., Колесник Т.В., Котлова В.М. Вища математика. Книга 1. — К: Либідь, 2010.
5. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика. Книга 2. — К: Либідь, 2010. .
6. Дюженкова Л.І., Дюженкова О.Ю., Михалін Г.О. Вища математика: Приклади і задачі.— Київ «Академія» — 2002.
7. Математичний аналіз у задачах і прикладах: У 2-х ч.: навчальний посібник для студентів вузів / Л.І. Дюженкова, Т.В. Колесник та ін. — К: Вища школа, 2003. — Ч. 1.
8. Математичний аналіз у задачах і прикладах: У 2-х ч.: навчальний посібник для студентів вузів / Л.І. Дюженкова, Т.В. Колесник та ін. — К: Вища школа, 2003. — Ч. 2.
9. Дубовик В.П., Юрик І.І. Вища математика: навчальний посібник. — К: Ігнатекс-Україна, 2013.- 648 с.
10. Самойленко А.М. Диференціальні рівняння / Самойленко А.М., Перестюк М.О., Парасюк І.О. — К.: Либідь, 2003. — 600 с.
11. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. Диференціальні рівняння в задачах / Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк М.О. — К.: Либідь, 2003. — 504 с.
12. Шкіль М.І. Вища математика. Книга 2 / Шкіль М.І., Колесник Т.В. — К: Либідь, 2010. — 496 с.
13. Шкіль М.І. Диференціальні рівняння / Шкіль М.І., Лейфура В.М., Самусенко П.Ф. — К.: Техніка, 2003. — 368 с.
14. Математичний аналіз у задачах і прикладах: У 2-х ч.: Навчальний посібник для студентів вузів / Дюженкова Л.І., Колесник Т.В. та ін. — К: Вища школа, 2003. — Ч. 2. — 470 с.
15. Диференціальні рівняння: навчальний посібник / Каленюк П.І., Рудавський Ю.К., Тацій Р.М. та ін. — Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. — 380 с.