

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**
Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»
Кафедра екології та зоології



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора
науково-педагогічної роботи

Тетяна МАРИНЕНКО
_____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ВИЩА МАТЕМАТИКА

для студентів

галузь знань	<u>10</u>	<u>«Природничі науки»</u>
спеціальність	<u>101</u>	<u>«Екологія»</u>
освітній рівень	<u>бакалавр</u>	
освітня програма	<u>«ЕКОЛОГІЯ»</u>	
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>	

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	III
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Юрій ПРИЛУЦЬКИЙ, д.ф-м.н., проф. кафедри біофізики та медичної інформатики

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник (и): Юрій Іванович Прилуцький, д.ф.-м.н., професор кафедри біофізики та медичної інформатики

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. зав. кафедри екології та зоології

_____ (Анатолій ПОДОБАЙЛО)
(підпис)

Протокол від «16» травня 2022 р. за № 15

**Схвалено науково-методичною комісією
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка**

Протокол від «23» 06 20 22 року за № 5

Голова науково-методичної комісії Скрипник (Наталія СКРИПНИК)

«23» 06 20 22 року

1. Мета дисципліни – сформувати у студентів уявлення про математичні алгоритми, принципи, класичні та сучасні методи і моделі, теоретичні положення та застосування їх для розв’язування прикладних задач, а також про можливість практичного використання окремих методичних прийомів, системних алгоритмів лінійної та векторної алгебри, аналітичної геометрії, математичного аналізу та понятійних елементів даної дисципліни при побудові та дослідженні математичних моделей у галузі науки біології, екології, медицини, біотехнології та біоінженерії для формування наукового світогляду студентів у сферах їх професійної діяльності.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Володіння елементарними навичками та знаннями з математичних дисциплін, які вивчаються в загальноосвітніх навчальних закладах для розв’язання конкретних практичних задач.

2. Вміння самостійно працювати з науковою та науково-методичною математичною літературою.

3. Анотація навчальної дисципліни: «Вища математика» є обов’язковою навчальною дисципліною. У програмі дисципліни розглядаються фундаментальні поняття лінійної та векторної алгебри, аналітичної геометрії, лінійного програмування, математичного аналізу та теорії звичайних диференціальних рівнянь: матриці, визначники, системи лінійних рівнянь, вектори, скалярний добуток, векторний добуток, мішаний добуток, взаємне розміщення прямих і площин в просторі, лінійне програмування, функції однієї змінної, границі, неперервність та точки розриву функції, похідна, похідні елементарних функцій, правила диференціювання, диференціал, первісна, невизначений інтеграл, інтеграли від елементарних функцій, визначений інтеграл, невластні інтеграли по необмеженому проміжку та від необмежених функцій, функції багатьох змінних, лінії рівня, похідна за напрямком, частинні похідні, градієнт, частинні похідні та диференціали вищих порядків, локальні та умовні екстремуми функцій багатьох змінних, метод найменших квадратів, диференціальні рівняння, інтегральні криві. Ці базові математичні поняття необхідні для підготовки студентів до використання загальних математичних методів в подальших навчальних курсах, до застосування в прикладних програмах при вивченні дисциплін за освітньою програмою Екологія.

4. Завдання (навчальні цілі):

- 1) ознайомити з математичною термінологією теорії множин;
- 2) сформувати навички володіння основними поняттями алгебри матриць та методами розв’язування лінійних систем;
- 3) сформувати навички використання систем координат на площині та в просторі;
- 4) сформувати навички використання елементів векторної алгебри та застосування їх при розв’язуванні задач;
- 5) сформувати навички володіння методами аналітичної геометрії, навчити будувати прямі та площини;
- 6) вивчити найпростіші алгоритми лінійного програмування (у двовимірному випадку – геометрично, для невід’ємної функції і невід’ємних змінних – симплекс-методом);
- 7) сформувати навички володіння методами, методичними прийомами та основними поняттями математичного аналізу (функції однієї та багатьох змінних, границі, похідні, диференціали, невизначені та визначені інтеграли);
- 8) сформувати навички володіння методами та основними поняттями теорії диференціальних рівнянь;
- 9) сформувати навички використання математичних пакетів для роботи з математичними об’єктами;
- 10) сприяти оволодінню практичними навичками для креативного застосування математичних теоретичних положень та методів дисципліни в подальшій професійній діяльності майбутніх

біологів; розвивати творчий підхід до розв'язування прикладних задач, здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, математичну культуру студентів, навички та дослідницької роботи.

4. Завдання (навчальні цілі):

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 101 – «Екологія») дисципліна забезпечує набуття студентами таких *компетентностей*:

інтегральної:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов;

загальних:

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності;

фахових:

ФК15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук;

ФК16. Розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук;

ФК18. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю;

ФК20. Здатність проводити моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища.

Програмними результатами навчання є: ПР02. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування; ПР04. Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки; ПР05. Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля; ПР09. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення; ПР11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище; ПР12. Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поведження з виробничими та муніципальними відходами; ПР20. Уміти формувати запити та визначати дії, що забезпечують виконання норм і вимог екологічного законодавства; ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1 - знати; 2 - вміти; 3 комунікація)		Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	Знати			
1.1	Основні поняття лінійної алгебри: матриці, визначники та їх властивості; методи розв'язування систем лінійних рівнянь: Гауса-Жордана, Крамера, матричний	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей	3
1.2	Основні поняття векторної алгебри та аналітичної геометрії: вектори та їхні координати; скалярний, векторний та мішаний добуток векторів та їхні властивості; види рівнянь прямої на площині, площини та прямої в просторі; поняття п-вимірних векторів та векторних просторів	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	3
1.3	Елементи лінійного програмування: відшукування найменшого, найбільшого значень лінійної функції двох змінних в області площини, обмеженій прямими; відшукування найменшого значення цільової функції з невід'ємними коефіцієнтами для невід'ємних значень невідомих симплекс-методом	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, оцінювання виконання тестів, завдань для самостійної роботи, усних відповідей / доповнень	2
1.4	Основи математичного аналізу: основні елементарні функції та їх властивості; границі функцій; властивості та границі числових послідовностей; неперервність функцій; класифікацію точок розриву функції однієї змінної	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	3
1.5	Основні поняття диференціального числення функції однієї змінної: похідні та диференціали; зв'язок між поняттями неперервності та диференційованості; похідні та диференціали вищих порядків; основні теореми: Ферма, Ролля, Лагранжа, Коші; формули Тейлора та Маклорена; побудова графіків функцій	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	4
1.6	Основні поняття диференціального числення функцій багатьох змінних: границі, неперервність; частинні похідні, диференційованість функції, диференціал, похідна за напрямком, градієнт; локальні екстремуми; найбільше і	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №2, оцінювання виконання тестів, завдань для самостійної роботи, усних відповідей / доповнень	3

	найменше значення функції в замкненій обмеженій області; метод найменших квадратів			
1.7	Основні поняття інтегрального числення функції однієї змінної: первісна та невизначений інтеграл; таблиця невизначених інтегралів та найпростіші методи інтегрування, зведення до табличного; метод заміни змінної; інтегрування частинами; поняття визначеного та невласного інтегралів	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №2, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	3
1.8	Основні поняття теорії диференціальних рівнянь: задачі з біології, що зводяться до розв'язування диференціальних рівнянь, задача Коші; диференціальні рівняння 1-го порядку: з відокремлюваними змінними, однорідні, лінійні, Бернуллі, у повних диференціалах та методи їх розв'язування; лінійні диференціальні рівняння 2-го порядку, рівняння зі сталими коефіцієнтами	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №2, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	4
2	Вміти			
2.1	Виконувати дії з матрицями (додавати матриці, множити матрицю на число, множити матриці); обчислювати визначник матриці, знаходити обернену матрицю, розв'язувати системи лінійних рівнянь	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, підсумкова контрольна робота, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	10
2.2	Виконувати дії з векторами та застосовувати властивості цих дій при розв'язуванні задач, знаходити скалярний і векторний добуток двох векторів, знаходити мішаний добуток трьох векторів, обчислювати площу паралелограма, об'єм паралелепіпеда; розв'язувати основні типи задач з використанням рівнянь прямих та площин у просторі	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	10
2.3	Знаходити найменше та найбільше значення лінійної функції двох змінних в трикутнику; знаходити найменше значення невід'ємної лінійної цільової функції симплекс-методом	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота №1, оцінювання виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	10
2.4	Застосовувати методи диференціального числення функцій однієї та багатьох змінних при розв'язуванні задач, досліджувати на екстремум функцію двох змінних, знаходити	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота № 2, підсумкова контрольна робота, оцінювання виконання тестів, завдань	20

	градієнт скалярного та дивергенцію векторного поля		самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	
2.5	Застосовувати методи інтегрального числення та теорії звичайних диференціальних рівнянь при розв'язуванні задач; розв'язувати найпростіші диференціальні рівняння першого порядку та лінійні диференціальні рівняння другого порядку зі сталими коефіцієнтами	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Модульна контрольна робота № 2, підсумкова контрольна робота, оцінка виконання тестів, завдань самостійної роботи, усних відповідей, доповнень	20
3	Комунікація			
3.1	Грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети спілкування. Представляти результати обчислень у формі відповідей з використанням сучасних технологій, коректно вести дискусію	Лекції, практичні заняття, самостійна робота	Оцінювання усних відповідей, доповнень, самостійної роботи	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1
ПР02. Розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування.	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
ПР04. Використовувати принципи управління, на яких базується система екологічної безпеки.										+	+	+	+	+	
ПР05. Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля.	+	+		+	+	+		+	+						
ПР09. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище.										+	+	+	+	+	+
ПР12. Брати участь у розробці та реалізації проектів, направлених на оптимальне управління та поведження з виробничими та муніципальними відходами.										+	+	+			+
ПР20. Уміти формувати запити та визначати дії, що забезпечують виконання норм і вимог екологічного законодавства.															+
ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1–1.5, 2.1–2.3 (змістовий модуль 1 (ЗМ1)) – 14/7 балів.
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.6–1.8, 2.4 – 2.5 (змістовий модуль 2 (ЗМ2)) – 16/8 балів.
3. Підсумкова контрольна робота – РН 2.1, 2.4, 2.5 – 30/15 балів.
4. Самостійна робота – РН 1.1–3.1 – 20/10 балів.
5. Усні відповіді, доповнення, тести – РН 1.1–3.1 – 20/10 балів.

- підсумкове оцінювання – у формі заліку

Підсумкова оцінка з освітнього компонента, підсумковою формою контролю за яким встановлено залік, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання. Оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються.

Обов'язковим для отримання позитивної підсумкової оцінки (60 балів і вище та «зараховано») є відпрацювання всіх практичних робіт та виконання самостійної роботи з сучасних питань вищої математики.

Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умова допуску до підсумкового оцінювання:

Обов'язковим для врахування оцінки за певний вид роботи є отримання половини від кількості балів, відведених на даний вид роботи.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій та практичних занять з відповідних тем змістових модулів. Для визначення рівня результатів навчання у модульних контрольних роботах перевіряються знання теоретичних положень (у вигляді тестів) та уміння розв'язувати конкретні математичні задачі за тематикою практичних завдань. У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять розділи: лінійна та векторна алгебра, аналітична геометрія, лінійне програмування, теорія границь. У змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять розділи: диференціальне числення функцій однієї та багатьох змінних, інтегральне числення та диференціальні рівняння. В підсумкову контрольну роботу входять завдання, вказані в РН 2.1(1 задача), РН 2.4 (2 задачі), РН 2.5(2 задачі). Оцінювання модульних контрольних робіт проводиться лектором та викладачем практичних занять. Оцінювання підсумкової контрольної роботи проводиться лектором. Оцінювання виконаних завдань самостійної роботи та усних відповідей чи доповнень проводиться протягом семестру викладачем практичних занять.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		Лек- ції	Прак- тичні	Кон- сульт.	СР
ЗМ1	ОСНОВИ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ , АНАЛІТИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ, ЕЛЕМЕНТИ ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ТА ТЕОРІЇ ГРАНИЦЬ	15	15	2	42
	Тема 1. Основи лінійної алгебри	4	4		
1.	Самостійна робота. Здійснювати дії з матрицями: додавання, множення на число, множення матриць, піднесення квадратної матриці до степеня, обчислювати обернену до даної матриці. Обчислювати визначники квадратних матриць. Розв'язувати системи лінійних рівнянь методом Гауса-Жордана, Крамера, матричним методом.				5
	Тема 2. Основи векторної алгебри	2	2		
2.	Самостійна робота. Здійснювати лінійні операції над векторами: додавання, віднімання векторів і множення вектора на число. Обчислювати скалярний добуток двох векторів, векторний добуток двох векторів, мішаний добуток трьох векторів і використовувати їх для дослідження векторів та обчислення площ, об'ємів.				6
	Тема 3. Основи аналітичної геометрії	2	2		
3.	Самостійна робота. Отримувати рівняння ліній на площині. Отримувати рівняння та будувати прямі на площині, задані рівнянням першого порядку. Знаходити відстань від точки до прямої. Знати умови паралельності та перпендикулярності двох прямих на площині. Отримувати рівняння площини та прямої в просторі, досліджувати взаємне розміщення двох площин, двох прямих, прямої та площини в просторі в практичних задачах				6
	Тема 4. Елементи лінійного програмування	2	2		
4.	Самостійна робота. Зображати на площині область, обмежену прямими. Знаходити напрямки зростання та спадання лінійної функції двох змінних. Знаходити найбільше та найменше значення цільової лінійної функції двох змінних в області на площині. Знаходити найменше значення невід'ємної лінійної цільової функції симплекс-методом. Приклади використання методів у біологічних задачах.				6
	Тема 5. Множини на числовій прямій, границя числової послідовності та числової	2	2		

	функції				
5.	Самостійна робота. Знати поняття числової множини. Визначати обмеженість множини, точну верхню та точну нижню межі числової множини. Оперувати поняттями обмеженої, монотонної послідовності, границі числової послідовності. Формулювати теореми про арифметичні дії з границями. Вивчити властивості нескінченно малих послідовностей. Здійснювати граничний перехід в нерівностях. Формулювати теореми Вейерштрасса про монотонну послідовність та теорему про проміжну послідовність. Обчислювати границі числових послідовностей.				6
	Тема 6. Границя та неперервність функції однієї змінної	3	3		
5	Самостійна робота. Знати означення границі функції. Знати означення неперервності функції у точці, теорему про неперервність елементарних функцій. Знати про класифікацію точок розриву. Формулювати теореми про визначні границі і використовувати їх при обчисленні границь. Використовувати властивості та порівняння нескінченно малих функцій при обчисленні границь. Формулювати теореми Вейерштрасса, Коші і Больцано-Коші.				6
Консультації				2	
Модульна контрольна робота 1					2
ЗМ2	ДИФЕРЕНЦІАЛЬНЕ ЧИСЛЕННЯ ФУНКЦІЙ ОДНІЄЇ ТА БАГАТЬОХ ЗМІННИХ, ОСНОВИ ІНТЕГРАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ, ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ	15	15	2	44
	Тема 6. Диференціальне числення функції однієї змінної	4	2		
6	Самостійна робота. Знати означення похідної; диференційованості функції. Використовувати правила диференціювання функцій. Формулювати теореми: про зв'язок між поняттями диференційованості та неперервності. Обчислювати похідні функцій заданих неявно та параметрично. Розв'язувати задачі, що приводять до поняття похідної: задачі про дотичну; задачі про миттєву швидкість. Знати геометричний та фізичний зміст похідної. Знати означення диференціала функції. Обчислювати похідні та диференціали старших порядків. Формулювати теореми: Ферма, Ролля, Лагранжа, Коші, правила Лопітала. Записувати формули Тейлора та Маклорена для найпростіших функцій. Застосовувати в практичних задачах схему дослідження функції та побудови її графіка,				5

	використовуючи: ознаку монотонності функції; асимптоти; необхідні та достатні умови точок локального екстремуму, напрямки опуклості графіка функції, необхідні та достатні умови точок перегину.				
	Тема 7. Диференціальне числення функцій багатьох змінних	4	4		
7.	Самостійна робота. Знати означення і знаходити область визначення функції двох змінних. Будувати лінії рівня функції. Обчислювати границі функції двох змінних. Обчислювати: частинні похідні та повний диференціал функції двох (багатьох) змінних; похідну функції за напрямком даного вектора; градієнт; похідні та диференціали вищих порядків. Знаходити локальні екстремуми функції двох змінних, використовуючи необхідні та достатні умови. Розв'язувати задачі на знаходження найбільшого та найменшого значення функції в замкненій області. Застосовувати метод найменших квадратів при розв'язуванні практичних задач в біології.				5
	Тема 8. Основи інтегрального числення	3	3		
8	Самостійна робота. Знати означення первісної, невизначеного інтеграла та його властивості. Обчислювати невизначені інтеграли, користуючись методами: безпосереднього інтегрування; заміни змінної (підстановки); інтегрування частинами. Використовувати означення, геометричний зміст та властивості визначеного інтеграла. Знати про середнє значення неперервної на відрізку величини. Використовувати формулу Ньютона-Лейбніца, методи заміни змінної та інтегрування частинами при обчисленні визначених інтегралів. Мати поняття про невластні інтеграли як про границі визначеного інтеграла. Геометричні та фізичні задачі, що зводяться до визначеного інтеграла: обчислення площ плоских фігур, об'ємів тіл обертання, довжин дуг кривих, роботи сили.				5
	Тема 9. Основи теорії диференціальних рівнянь	2	4		
9	Самостійна робота. Володіти основним поняттями теорії звичайних диференціальних рівнянь: означення; типи рівнянь; загальний та частинний розв'язки; задача Коші. Формулювати теорему про існування і єдиність розв'язку задачі Коші. Розв'язувати задачі знаходження розв'язків диференціальних рівнянь першого порядку: з відокремлюваними змінними, однорідних, лінійних, Бернуллі, у повних диференціалах. Знаходити розв'язки лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Досліджувати особливі точки диференціального рівняння першого порядку та досліджувати на				4

	стійкість стаціонарні розв'язки автономної системи диференціальних рівнянь за допомогою матриці першого наближення. Методологічна цінність методу та застосування його в біологічних задачах.				
Консультації				2	
Модульна контрольна робота 2					2
Підсумкова контрольна робота					2
ВСЬОГО		28	28	4	60

Загальний обсяг 120 год., у тому числі:

Лекцій – 28 год.

Практичних занять – 28 год.

Консультацій – 4 год.

Самостійної роботи – 60 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Вища математика: основні означення, приклади і задачі. За ред. Кулініча Г.Л. – К.: Либідь, 1992. – 288 с.
2. Вища математика: Підручник: У 2 кн. – 2-ге вид. За ред. Кулініча Г.Л. – К.: Либідь, 2003.
3. Вища математика. Підручник. За ред. Пономаренка В.С. – Харків: Фоліо, 2014. – 669 с.
4. Гординський Л.Д., Грисенко М.В., Кушніренко С.В. та ін. Методичні вказівки та контрольні завдання для самостійної роботи студентів з курсу “Вища математика” – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2002. – 78 с.
5. Кушніренко С.В. Методична розробка з курсу “Основи вищої математики” для студентів ННЦ “Інститут біології та медицини” – К., 2019. – 257 с. Режим доступу: http://www.mechmat.univ.kiev.ua/wpcontent/uploads/2019/10/metod_kushnireno.pdf

Додаткові:

1. Керекеша П.В. Лекції і вправи з вищої математики. – Одеса: "Астроприт", 2003.