

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра **фундаментальної математики**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету математики
і інформатики

Євген МЕНЯЙЛОВ



Сергій 2025 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Аналітична геометрія

рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

галузь знань **Е Природничі науки, математика та статистика**

спеціальність **Е7 Математика**

освітня програма **«Математика»**

вид дисципліни **обов'язкова**

факультет **математики і інформатики**

2025 / 2026 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету математики і інформатики

26 серпня 2025 року, протокол № 10

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Ямпольський Олександр Леонідович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор закладу вищої освіти кафедри фундаментальної математики, Петров Євген В'ячеславович, кандидат фізико-математичних наук, доцент закладу вищої освіти кафедри фундаментальної математики

Програму схвалено на засіданні кафедри фундаментальної математики протокол від 26 серпня 2025 року № 1.

В. о. завідувача кафедри



Сергій ГЕФТЕР

Програму погоджено з гарантом освітньої (професійної) програми «Математика»

Гарант освітньої (професійної)



Сергій ГЕФТЕР

програми

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету математики і інформатики протокол від 26 серпня 2025 року № 1.

Голова науково-методичної комісії



Євген МЕНЯЙЛОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Аналітична геометрія» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки **бакалавр спеціальності Е7 Математика**, освітня програма «Математика»

Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Аналітична геометрія» є оволодіння методом координат при вирішенні геометричних задач на площині і в просторі, а також базовими поняттями лінійної алгебри.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є розвиток просторового мислення і вміння робити геометричні висновки з алгебраїчних і аналітичних обчислень.

1.3. Кількість кредитів – **9**

1.4. Загальна кількість годин – **270**

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	
Семестр	
1-й – 2-й	
Лекції	
64 год.	
Практичні, семінарські заняття	
64 год.	
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
142 год.	
у тому числі індивідуальні завдання	
розрахунково-графічна робота (1)	

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна:

ІК01. Здатність розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп'ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК07. Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК01. Здатність формулювати проблеми математично та в символічній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання.

ФК02. Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі.

ФК04. Здатність конструювати формальні доведення з аксіом та постулатів і відрізнати правдоподібні аргументи від формально бездоганих.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна:

РН04. Розуміти фундаментальну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми.

РН08. Здійснювати професійну письмову й усну комунікацію українською мовою та однією з іноземних мов.

РН14. Знати теоретичні основи і застосовувати методи аналітичної та диференціальної геометрії для розв'язування професійних задач.

1.8. Пререквізити: для вивчення дисципліни вимагається знання математики в об'ємі програми з математики НМТ.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Семестр 1

Розділ 1. Основи векторної алгебри

Тема 1. Вектори, координати, афінні координатні системи.

Напрявлені відрізки. Геометричні вектори та операції над ними. Лінійний векторний простір. Базис лінійного простору. Координати вектора. Розкладання вектору за базисом. Афінна система координат. Формула поділу відрізків у даному відношенні. Перетворення базисів і координат. Орієнтація.

Тема 2. Спеціальні добутки векторів та їх використання.

Скалярний добуток. Проекція вектору на пряму, вісь та площину. Евклідовий простір. Векторний добуток. Площа паралелограму та його перетворення при заміні базису. Ознака колінеарності векторів. Подвійний векторний добуток. Тотожність Якобі. Поняття про алгебру Лі. Мішаний добуток векторів. Ознака компланарності векторів. Об'єм паралелепіпеду та його перетворення при заміні базису. Формула Лапласа.

Розділ 2. Прямі та площини в аналітичній геометрії

Тема 1. Прямі на афінній та евклідовій площині, в афінному та евклідовому просторі.

Види рівнянь прямої на афінній площині та в просторі (векторне, параметричне, загальне). Позиційні задачі типу (точка – пряма) та (пряма – пряма) на афінній площині та в просторі. Рівняння прямої на евклідовій площині. Метричні задачі на площині (відстані та кути). Центральна та осьова симетрія.

Тема 2. Площини і прямі в афінному та евклідовому просторі

Види рівнянь площини в афінному та евклідовому просторі (векторне, параметричне, загальне). Позиційні задачі типу (точка – площина), (пряма – площина) та (площина – площина) в афінному та евклідовому просторах. Загальне рівняння прямої в евклідовому просторі. Метричні задачі в просторі (відстані та кути між прямими та площинами).

Розділ 3. Застосування методів аналітичної геометрії

Тема 1. Опуклі множини

Рівняння відрізка, аналітичний опис опуклої множини. Опукла оболонка. Теорема Крейна-Мільмана. Механічний зміст опуклої оболонки. Задача лінійної оптимізації.

Тема 2. Рухи та теорема Шаля

Загальне означення і аналітичний опис рухів (ізометрій) евклідових площини та простору. Ортогональні перетворення та ортогональні матриці. Центральна, осьова симетрія.

Симетрія відносно площини. Кватерніони та опис осевого повороту. Теорема Шаля для рухів площини. Теорема Шаля для рухів простору.

Семестр 2

Розділ 1. Канонічні рівняння кривих та поверхонь другого порядку

Тема 1. Задачі на геометричні місця точок

Загальна задача знаходження геометричного місця точок. Полярні координати. Циклоїда, епіциклоїда, гіпоциклоїда. Конхоїда Нікомеда. Еліпс, гіпербола і парабола.

Тема 2. Канонічні криві другого порядку

Канонічне рівняння, директоріальна та оптична властивість параболи. Канонічне рівняння, фокальна, директоріальна та оптична властивість еліпса. Канонічне рівняння, фокальна, директоріальна та оптична властивість гіперболи. Полярні рівняння параболи, еліпса і гіперболи. Рівняння еліпса, гіперболи і параболи, віднесені до вершини. Сім'ї еліпсів і гіпербол із спільним фокальним параметром. Сім'ї співфокусних еліпсів та гіпербол. Еліптична система координат. Інші канонічні рівняння кривих другого порядку.

Тема 3. Канонічні поверхні другого порядку

Циліндричні поверхні. Поверхні обертання. Поверхні перенесення. Канонічні форми рівнянь поверхонь другого порядку: еліпсоїди, гіперболоїди, параболоїди, конуси, циліндри. Прямолінійні твірні на поверхні однопорожнинного гіперболоїда. Прямолінійні твірні на поверхні гіперболічного параболоїда.

Розділ 2. Загальна теорія кривих і поверхонь другого порядку

Тема 1. Спрощення рівняння кривої та поверхні другого порядку

Спільні властивості рівняння кривих і поверхонь другого порядку. Спрощення рівняння другого порядку. Класифікаційна теорема для кривих другого порядку. Класифікаційна теорема для поверхонь другого порядку.

Тема 2. Загальні властивості кривих і поверхонь другого порядку

Взаємне розташування прямої та кривої другого порядку. Взаємне розташування прямої та поверхні другого порядку. Діаметри та діаметральні площини. Центр, осі та площини симетрії. Асимптотичні та хордальні напрямки, асимптотичний конус. Дотичні прямі та площини. Розташування поверхні другого порядку відносно її дотичної площини.

Тема 3. Інваріанти рівнянь другого порядку

Інваріанти відносно паралельного перенесення. Інваріанти відносно ортогонального перетворення базисів. Застосування інваріантів для знаходження канонічних рівнянь.

3. Структура навчальної дисципліни

Семестр 1

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьог го	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	лаб	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Основи векторної алгебри												
Тема 1. Вектори, координати, афінні координатні системи	20	6*	6*			8						
Тема 2. Спеціальні добутки векторів та їх використання	20	6*	6*			8						
Контрольна робота	2		2*									
Усього за розділом 1	42	12	14			16						
Розділ 2. Прямі та площини в аналітичній геометрії												
Тема 1. Прямі на афінній та евклідовій площині, в афінному та евклідовому просторі	20	6*	6*			8						
Тема 2. Площини і прямі в афінному та евклідовому просторі	20	6*	6*			12						
Розрахунково-графічна робота	12					12						
Усього за розділом 2	56	12	12			32						
Розділ 3. Застосування методів аналітичної геометрії												
Тема 1. Опуклі множини	10	4*	2*			4						
Тема 2. Рухи та теорема Шаля	12	4*	4*			4						
Усього за розділом 3	22	8	6			8						
Усього годин	120	32	32			56						

*(За дистанційною формою, на платформах ZOOM та MOODLE)

Семестр 2

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Канонічні рівняння кривих та поверхонь другого порядку												
Тема 1. Задачі на геометричні місця точок	20	2*	4*			14						
Тема 2. Канонічні криві другого порядку	26	6*	6*			14						

Тема 3. Канонічні поверхні другого порядку.	26	6*	6*			14						
Контрольна робота	2		2*									
Усього за розділом 1	74	14	18			42						
Розділ 2. Загальна теорія кривих і поверхонь другого порядку												
Тема 1. Спрощення рівняння кривої та поверхні другого порядку	26	6*	6*			14						
Тема 2. Загальні властивості кривих і поверхонь другого порядку	26	8*	4*			14						
Тема 3. Інваріанти рівнянь другого порядку	20	4*	4*			12						
Підготовка до екзамену	4					4						
Усього за розділом 2	76	18	14			44						
Усього годин	150	32	32			86						

*(За дистанційною формою, на платформах ZOOM та MOODLE)

4. Теми практичних занять

Семестр 1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Спрямовані відрізки. Геометричні вектори та операції над ними. Лінійний векторний простір.	2
2	Базис лінійного простору. Координати вектора. Розкладання вектору за базисом.	2
3	Афінна система координат. Формула поділу відрізків у даному відношенні. Перетворення базисів і координат. Орієнтація	2
4	Скалярний добуток. Проекція вектору на пряму, вісь та площину.	2
5	Векторний добуток. Площа паралелограму та трикутника. Ознака колінеарності векторів.	2
6	Подвійний векторний добуток. Мішаний добуток векторів. Ознака компланарності векторів. Об'єм паралелепіпеду, тетраедру.	2
7	Види рівнянь прямої на афінній площині та в просторі (векторне, параметричне, загальне).	2
8	Позиційні задачі типу (точка – пряма) та (пряма – пряма) на афінній площині та в просторі	2
9	Рівняння прямої на евклідовій площині. Метричні задачі на площині (відстані та кути).	2
10	Види рівнянь площини в афінному та евклідовому просторі (векторне, параметричне, загальне).	2

11	Позиційні задачі типу (точка – площина), (пряма – площина) та (площина – площина) в афінному та евклідовому просторах просторі	2
12	Загальне рівняння прямої в евклідовому просторі. Метричні задачі в просторі (відстані та кути між прямими та площинами).	2
13	Рівняння відрізка, аналітичний опис опуклої множини. Опукла оболонка. Задача лінійної оптимізації.	2
14	Центральна, осьова симетрія. Симетрія відносно площини.	2
15	Кватерніони та опис осьового повороту.	2
16	<i>Контрольна робота</i>	2
	Разом	32

Семестр 2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Полярні координати.	2
2	Задачі на геометричні місця точок.	2
3	Канонічні рівняння параболі, еліпса і гіперболи.	2
4	Фокуси та директриси параболі, еліпса і гіперболи.	2
5	Полярні рівняння параболі, еліпса і гіперболи. Дотичні до параболі, еліпса і гіперболи.	2
6	Циліндричні поверхні. Поверхні обертання. Поверхні перенесення.	2
7	Канонічні форми рівнянь поверхонь другого порядку: еліпсоїди, гіперболоїди, параболоїди, конуси, циліндри.	2
8	Прямолінійні твірні на поверхнях одноповерхнинного гіперболоїда і гіперболічного параболоїда.	2
9	Приведення рівняння кривої другого порядку до канонічного вигляду.	2
10	Приведення рівняння поверхні другого порядку до канонічного вигляду.	4
11	Діаметри та діаметральні площини. Центр, осі та площини симетрії.	2
12	Дотичні площини до поверхонь другого порядку.	2
13	Приведення рівняння кривої другого порядку до канонічного вигляду із застосуванням інваріантів.	2
14	Приведення рівняння поверхні другого порядку до канонічного вигляду із застосуванням інваріантів.	2
15	<i>Контрольна робота</i>	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

Семестр 1

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Розв'язання задач за темами: Геометричні вектори та операції над ними. Базис лінійного простору. Афінна система координат. Перетворення базисів і координат. [3] № 2, 4, 10, 14, 18, 20, 22, 26, 30, 38, 40, 52, 54, 66, 70, 78, 80, 82.	8
2	Розв'язання задач за темами: Скалярний добуток. Векторний добуток. Подвійний векторний добуток. Мішаний добуток векторів. [3] № 84, 88, 90, 94, 100, 104, 106, 118, 110, 112, 128,	8

	130, 136, 138, 142, 148, 150, 152, 154, 158, 160, 164, 166, 168, 177, 178, 180, 184, 186, 188, 196.	
3	Розв'язання задач за темами: Види рівнянь прямої на афінній площині та в просторі (векторне, параметричне, загальне). Позиційні задачі типу (точка – пряма) та (пряма – пряма) на афінній площині та в просторі. Рівняння прямої на евклідовій площині. [3] № 230, 232, 236, 238, 244, 248, 250, 254, 256, 260, 262, 266, 268, 274, 278, 280, 288, 294, 298, 302, 304, 310, 312, 314, 424, 426, 428, 434, 438.	8
4	Розв'язання задач за темами: Види рівнянь площини в афінному та евклідовому просторі (векторне, параметричне, загальне). Позиційні задачі типу (точка – площина), (пряма – площина) та (площина – площина) в афінному та евклідовому просторах просторі. Загальне рівняння прямої в евклідовому просторі. [3] № 334, 336, 340, 342, 346, 348, 352, 354, 356, 360, 362, 366, 368, 372, 378, 380, 386, 388, 394, 396, 400, 406, 410, 412, 414, 416, 418, 420, 425, 427, 434, 438, 442, 446, 448, 450, 452, 458, 462, 468, 474.	8
5	Розв'язання задач за темами: Взаємне розташування точок, прямих і площин (різні задачі) [3] № 476, 478, 480, 482, 484, 486, 488, 490, 496, 500, 504, 506.	4
6	Розв'язання задач за темами: Рівняння відрізка, аналітичний опис опуклої множини. Опукла оболонка. Задача лінійної оптимізації. Центральна, осьова симетрія. Симетрія відносно площини. Кватерніони та опис осьового повороту. [3] № 226, 228, 1046, 1048.	8
7	Розрахунково-графічна робота.	12
	Разом	56

Семестр 2

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Розв'язання задач за темами: Задачі на геометричні місця точок. Канонічне рівняння, фокальна, директоріальна та оптична властивість еліпса. Канонічне рівняння, фокальна, директоріальна та оптична властивість гіперболи. [3] № 512, 514, 518, 520, 524, 528, 534, 538, 542, 548, 558, 560, 562, 578, 582, 598, 600.	14
2	Розв'язання задач за темами: Канонічне рівняння, директоріальна та оптична властивість параболи. Полярні рівняння параболи, еліпса і гіперболи. [3] № 608, 610, 614, 618, 620, 622, 624, 626, 628, 632, 634, 638, 650.	14
3	Розв'язання задач за темами: Циліндричні поверхні. Поверхні обертання. Поверхні перенесення. [3] № 882, 886, 888, 892, 894, 902, 904, 914, 924, 926, 930.	4
4	Розв'язання задач за темами: Канонічні форми рівнянь поверхонь другого порядку: еліпсоїди, гіперболоїди, параболоїди, конуси, циліндри. [3] № 932, 934, 940, 942, 944, 948, 953 (парні), 962 (парні).	4
5	Розв'язання задач за темами: Прямолінійні твірні на поверхнях однопорожнинного гіперболоїда і гіперболічного параболоїда. [3] № 970, 972, 974, 980, 982, 984, 986.	6

6	Розв'язання задач за темами: Спрощення рівняння кривої другого порядку перетворенням координат і за інваріантами. Класифікаційна теорема для кривих другого порядку. [3] № 859 (парні), 861 (парні), 862 (парні).	14
7	Розв'язання задач за темами: Взаємне розташування прямої і кривої другого порядку. [3] № 664, 666, 672, 674, 678, 680, 684, 712, 714, 720, 722, 726, 738, 742, 782.	6
8	Розв'язання задач за темами: Діаметри та діаметральні площини. Центр та площини симетрії. [3] № 782, 784, 792, 794, 798, 800, 806, 808, 818, 820, 1016, 1018, 1020, 1022, 1026, 1028, 1032, 1034.	8
9	Розв'язання задач за темами: Спрощення рівняння поверхні другого порядку перетворенням координат і за інваріантами. Класифікаційна теорема для поверхонь другого порядку. [3] № 1041 (парні), 1042 (парні), 1043 (парні).	12
10	Підготовка до екзамену	4
Разом		86

6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота (1).

7. Методи навчання

Використовуються пояснювально-ілюстративний (лекції і практичні заняття), репродуктивний (виконання домашніх завдань) і частково-пошуковий (контрольні роботи, розрахунково-графічна робота, екзамен) методи. В умовах воєнного стану заняття проводяться дистанційно за допомогою платформ ZOOM та MOODLE відповідно до наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

8. Методи контролю

– облік відвідування аудиторних занять; перевірка виконання домашніх завдань;
– контрольна робота (2), розрахунково-графічна робота (1); підсумковий контроль – екзамен (семестр 2).

9. Схема нарахування балів

Семестр 1

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання								Сума
Розділ 1		Розділ 2		Розділ 3		Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання (розрахунково-графічна робота)	
T1	T2	T1	T2	T1	T2			

4	3	3	4	3	3	30	50	100
---	---	---	---	---	---	----	----	-----

Семестр 2

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання							Екзамен	Сума	
Розділ 1			Розділ 2			Контрольна робота, передбачена навчальним планом			Разом
T1	T2	T3	T1	T2	T3	28	60	40	100
4	6	6	8	4	4				

Мінімальна кількість балів для допуску до складання підсумкового контролю програмою не передбачена.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Контрольні роботи включають завдання на вектори, пряму в площині та пряму і площину в просторі (семестр 1), канонічну та загальну теорії кривих і поверхонь другого порядку (семестр 2) та оцінюються максимум у 30 балів (семестр 1) і 28 балів (семестр 2). За кожне завдання нараховується 3 бали за схемою:

- 3 бали за правильно виконане завдання;
- 2 бали за виконане завдання з помилками/недоліками, що не вплинули на кінцевий результат;
- 1 бал за виконане завдання з технічними/арифметичними помилками при наявності коректної логіки виконання;
- 0 балів в інших випадках.

Отримана сума балів зводиться до 30 або 28 за формулою

$$\frac{\text{Суманабранихбалів}}{\text{Максимальна сума балів}} \cdot 30(\text{або}28)$$

Максимальна оцінка за виконання **розрахунково-графічної роботи**, що включає завдання на вектори, пряму в площині та пряму і площину в просторі, становить 50 балів. За кожне завдання нараховується 3 бали за схемою:

- 3 бали за правильно виконане завдання;
- 2 бали за виконане завдання з помилками/недоліками, що не вплинули на кінцевий результат;
- 1 бал за виконане завдання з технічними/арифметичними помилками при наявності коректної логіки виконання;
- 0 балів в інших випадках

Отримана сума балів зводиться до 50 за формулою $\frac{\text{Сума набраних балів}}{\text{Максимальна сума балів}} \cdot 50$

Критерії оцінювання екзаменаційної роботи

Оцінка в балах	Критерії оцінки	Пояснення
36-40	90-100%	Теоретичний зміст курсу засвоєно цілком, сформовано необхідні практичні навички з освоєним матеріалом, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконано в повному обсязі, відмінна робота без помилок або роботи з однією незначною помилкою
28-35	70-89%	Теоретичний зміст курсу засвоєно цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовано, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконано, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконано з помилками, робота з декількома незначними помилками, або з однією-двома значними помилками
20-27	50-69%	Теоретичний зміст курсу засвоєно неповністю, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовано, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки, робота з трьома значними помилками
0-19	0-49%	Теоретичний зміст курсу не засвоєно, необхідні практичні навички роботи з навчальним матеріалом не сформовано, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткову самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значного підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

В умовах дистанційного навчання можливе виставлення додаткових балів за результатами усної співбесіди на платформі ZOOM.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Борисенко О.А., Ушакова Л.М. Аналітична геометрія. – Харків: Основа, 1993, 192 с.
2. Кириченко В. В., Петкевич Н. Ю., Петравчук А. П.. Аналітична геометрія. – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2003, 192 с.
3. Збірник задач з аналітичної геометрії / За ред. В. В. Кириченка. – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2005, 228 с.

Допоміжна література

1. Ямпольський О.Л. Аналітична геометрія. Вектори, прямі і площини. Навчально-методичний посібник. – Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2020. 116 с.
2. Ямпольський О.Л., Шугайло О.О. Аналітична геометрія. Канонічні криві та поверхні другого порядку. Навчально-методичний посібник. – Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2021, 100 с.
3. Ямпольський О.Л., Аналітична геометрія. Криві та поверхні другого порядку: загальна теорія. Навчально-методичний посібник. – Харків: Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2021, 75 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. www-library.univer.kharkov.ua
2. <https://moodle.karazin.ua/course/view.php?id=474>
3. <https://moodle.karazin.ua/course/view.php?id=503>