

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА  
Кафедра комп'ютерної алгебри та дискретної математики

Проректор з науково-педагогічної роботи

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

\_\_\_\_\_ )  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ОК 07 ВИЩА МАТЕМАТИКА Ч1 (АЛГЕБРА ТА**  
**ГЕОМЕТРІЯ)**

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерна інженерія

ОНУ  
2023

Робоча програма навчальної дисципліни «ВИЩА МАТЕМАТИКА ЧІ (АЛГЕБРА ТА ГЕОМЕТРІЯ)». – Одеса: ОНУ, 2023.

Розробники:

Савастру Ольга Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної алгебри та дискретної математики

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної алгебри та дискретної математики

Протокол № 1 від " 28 " серпня 2023 р.

Завідувач кафедри

  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Павло ВАРБАНЕЦЬ

Погоджено із гарантом ОПП Комп'ютерна інженерія



(Людмила ВОЛОЩУК)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) з інформаційних технологій факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № від " " \_\_\_\_\_ 202\_ р.

Голова НМК

  
\_\_\_\_\_

Алла РАЧИНСЬКА

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_ від. " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_ від. " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>денна форма навчання</i>	<i>заочна форма навчання</i>
Загальна кількість: кредитів –4  годин –120  змістових модулів – 3	Галузь знань <b>12 Інформаційні технології</b>  Спеціальність <b>122 Комп'ютерні науки</b>  Рівень вищої освіти: <b>Перший (бакалаврський)</b>	Обов'язкова	
		<b><i>Рік підготовки:</i></b>	
		1-й	
		Семестр	
		2-й	
		<b><i>Лекції</i></b>	
		30 год.	
		<b><i>Практичні, семінарські</i></b>	
		30 год.	
		<b><i>Лабораторні</i></b>	
		год.	год.
		<b><i>Самостійна робота</i></b>	
		60 год.	
Форма підсумкового контролю: іспит			

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни:** допомогти майбутнім фахівцям інженерного профілю сформувати й розвинути математичне мислення, систематизувати та розширити свої знання, сприяти формуванню особистості студента, розвитку його інтелекту та здібностей щодо логічного та алгоритмічного підходу; навчити студента оволодіти основними аналітичними методами застосування понять геометричних образів при розв'язуванні прикладних задач і набути необхідних для фаху практичних навичок.

**Завданнями** дисципліни є ознайомлення з теоретичними основами лінійної алгебри і та аналітичної геометрії, практикою використання та можливостями застосування математичних понять і методів у різних предметних областях.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей:**

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

**а) загальних:**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

**б) спеціальних/фахових:**

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

**Програмні результати навчання:**

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

ПР6. 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.

ПР19. Володіти державною та іноземною мовами, вміти професійно спілкуватися у предметній області комп'ютерних наук як усно так і письмово.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен знати:

- основні поняття лінійної алгебри і аналітичної геометрії,
- матричне числення,
- теорію систем лінійних алгебраїчних рівнянь,
- теорію лінійних просторів і лінійних операторів.

ВМІТИ: характеризувати якості абстрактних алгебраїчних об'єктів, оволодіти навичками у рішенні типових задач по основним темам, а саме:

- розв'язувати системи лінійних рівнянь,
- обчислювати визначники, знаходити обернену матрицю,
- записувати матрицю лінійного оператора, знаходити власні числа та власні вектори лінійних операторів,
- зводити до канонічного вигляду квадратичні форми,
- складати рівняння прямих, площин, досліджувати рівняння геометричних об'єктів.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. «Матриці та визначники, простір  $k^n$ , загальна теорія систем лінійних рівнянь»**

**Тема 1. Визначники порядку  $n$ .**

Визначники порядку 2 та 3, їх властивості. Правило Крамера.

Визначник порядку  $n$ . Властивості визначників. Мінори та алгебраїчні доповнення.

Визначник діагонального, трикутного та ступінчатого виду. Обчислення визначників спеціального виду. Теорема про розклад визначника по елементам рядка. Теорема Лапласа. Теорема про чужі доповнення.

**Тема 2. Простір  $k^n$ .**

Арифметичні векторні простори  $k^n$ . Лінійна комбінація. Лінійно залежні та незалежні системи векторів. Лінійна залежність. I і II критерії лінійної залежності. База системи векторів, її основна властивість. Ранг системи векторів. Еквівалентні системи векторів.

Елементарні перетворення. Системи ступінчатого виду. Розмір та базис простору  $k^n$ .

**Тема 3. Матриці.**

Матриці, дії над ними. Елементарні перетворення, зведення матриці до діагонального виду. Ранги матриці. Теорема про ранг матриці.

Теорема про визначник добутку матриць. Обернена матриця. Невироджені матриці, критерій невинродженості матриць. Матричні рівняння.

**Тема 4. Загальна теорія систем лінійних рівнянь.**

Системи  $m$  лінійних рівнянь з  $n$  невідомими. Сумісність, визначеність, невизначеність системи лінійних рівнянь. Метод Гауса. Теорема Кронекера-Капелі (у матричній формі). Система лінійних однорідних рівнянь. Теорема про підпростір розв'язків системи лінійних однорідних рівнянь, його розмір. Фундаментальні розв'язки. Теорема про структуру загального розв'язку неоднорідної системи лінійних рівнянь. Метод Крамера.

**Змістовий модуль 2. «Аналітична геометрія на площині та у просторі, комплексні числа»**

**Тема 5. Аналітична геометрія.**

Найпростіші задачі аналітичної геометрії.

Скалярний, векторний та мішаний добутки векторів. Скалярний добуток векторів, його властивості, зміст та застосування. Векторний добуток векторів, властивості. Геометричний та фізичний зміст. Обчислення векторного добутку за відомими координатами векторів-множників. Мішаний добуток векторів, його властивості та геометричний зміст. Необхідна та достатня умова компланарності векторів. Обчислення мішаного добутку. Пряма та площина у просторі. Криві та поверхні другого порядку. Канонічні рівняння кривих другого порядку (еліпс, коло, гіпербола, парабола). Їх властивості.

#### Тема 6. Комплексні числа.

Визначення комплексного числа. Алгебраїчна форма комплексних чисел, дії над ними. Квадратні рівняння. Тригонометрична форма комплексних чисел, їх геометрична інтерпретація. Формула Муавра. Корені  $n$ -ого степеня з комплексного числа, корні з одиниці.

#### Тема 7. Квадратичні форми.

Квадратична форма. Матриця та ранг квадратичної форми. Канонічний вид кв.ф. Метод Лагранжа. Еквівалентність квадратичних форм над полем дійсних та комплексних чисел. Додатньо визначені кв. ф. Критерій Сильвестра.

### Змістовий модуль 3. «Лінійні простори. Елементи лінійних операторів»

#### Тема 8. Лінійний простір.

Поняття лінійного простору, базис та розмір. Матриця переходу від старого базису до нового базису. Підпростори, сума та перетин підпросторів. Теорема Грасмана. Пряма сума підпросторів. Критерії прямої суми. Скалярний добуток, його властивості. Евклідові простори. Нерівність Коши-Буняковського. Ортогональні системи векторів. Процес ортогоналізації Грама-Шмідта. Визначник Грама. Ортогональне доповнення.

#### Тема 9. Лінійні відображення.

Лінійні відображення та їх матриці, приклади. Ядро та образ лінійного відображення, їх структура; ранг, дефект. Лінійні оператори. Зміна матриці лінійного відображення при зміні баз. Власні числа та власні вектори лінійних операторів, їх властивості. Характеристичний многочлен. Теорема Гамільтона-Келі. Оператор простої структури. Оператори в унітарних просторах. Зведення квадратичної форми до головних осей.

## 4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Очна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	ср		л	п/с	лаб	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Змістовий модуль 1. «Матриці та визначники, простір <math>k^n</math>, загальна теорія систем лінійних рівнянь»</b>										
Тема 1. Визначники порядку $n$	12	2	4		6					
Тема 2. Простір $k^n$	12	2	4		6					

Тема 3. Матриці .	16	4	4		8					
Тема 4. Загальна теорія систем лінійних рівнянь	12	4	2		6					
Разом за змістовим модулем 1	52	12	14		26					
<b>Змістовий модуль 2. «Аналітична геометрія на площині та у просторі, комплексні числа, квадратичні форми»</b>										
Тема 5. Аналітична геометрія.	28	8	6		14					
Тема 6. Комплексні числа.	16	4	4		8					
Тема 7. Квадратичні форми	8	2	2		4					
Разом за змістовим модулем 2	52	14	12		26					
<b>Змістовий модуль 3. «Лінійні простори. Елементи лінійних операторів »</b>										
Тема 8. Лінійний простір	8	2	2		4					
Тема 9. Лінійні відображення	8	2	2		4					
Разом за змістовим модулем 3	16	4	4		8					
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		<b>60</b>					

## 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

## 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми/види завдань	Кількість годин
1	Визначники порядку $n$	4
2	Простір $k^n$	4
3	Матриці	4
4	Загальна теорія систем лінійних рівнянь	2
5	Аналітична геометрія	6
6	Комплексні числа.	4
7	Квадратичні форми	2
8	Лінійний простір	2
9	Лінійні відображення	2
	Разом	30

В основу кожного практичного заняття покладені типові завдання, навчання розв'язанню яких є основою змістовного освоєння матеріалу курсу.

## 7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми/види завдань	Кількість годин
1	Визначники порядку $n$ / [1]	6
2	Простір $k^n$ / [1]	6
3	Матриці / [1]	8
4	Загальна теорія систем лінійних рівнянь / [1]	6
5	Аналітична геометрія / [1]	14
6	Тма 6. Комплексні числа / [1]	8
7	Квадратичні форми / [1]	4
8	Лінійний простір / [1]	4
9	Лінійні відображення / [1]	4
	Разом	60

До самостійної роботи відноситься:

- [1] – підготовка до лекцій, практичних, семінарських, лабораторних занять;
- [2] – написання рефератів, есе;
- [3] – індивідуальне навчально-дослідне завдання;
- [4] – курсова робота тощо

Перевірка самостійної роботи здійснюється:

- 1. під час лекційних занять (короткими опитуваннями підготовленості студентів);
- 2. під час практичних занять;
- 3. автоматичними ресурсами (тестування за гуглформою);
- 4. перевірка викладачем (із зазначенням критеріїв оцінювання) без прилюдного захисту.

## 9. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративні методи: лекція, пояснення, самостійне опрацювання літературних джерел, робота з електронними конспектами лекцій та презентаціями, опрацювання наукових публікацій.

Наочні методи: презентації, ілюстрації.

Практичні методи: вправи, тренувальні вправи, творчі вправи, розв'язання розрахункових задач за алгоритмами конкретних методів, практичні роботи.

Методи формування і стимулювання пізнавальної діяльності: навчальні дискусії.

## 10. Форми контролю і методи оцінювання



Усне опитування, контрольні письмові роботи, оцінювання виконання розв'язання розрахункових задач, захист результатів практичних робіт, тестування (бланкове або комп'ютерне), оцінювання виконання практичних навичок.

Примітка: максимальна кількість балів за кожною темою вказана в п.12.

Форма підсумкового контролю – іспит. Підсумкова оцінка визначається як сума балів за результатами всіх видів контролю (згідно зі шкалою оцінювання з п. 12).

### Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Оцінка за національною шкалою та відсоток від максимальної кількості балів	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
відмінно (90-100% від максимальної кількості балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
добре (75-89% від максимальної кількості балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
задовільно (60-74% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.

Незадовільно з можливістю повторного складання  (35-59% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни (0-34% від максимальної кількості балів)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

## 11. Питання для підсумкового контролю

1. Визначники порядку 2 та 3, їх властивості.
2. Визначник порядку  $n$ . Властивості визначників.
3. Мінори та алгебраїчні доповнення.
4. Визначник діагонального, трикутного та ступінчатого виду. Обчислення визначників спеціального виду.
5. Теорема про розклад визначника по елементам рядка.
6. Теорема Лапласа.
7. Теорема про чужі доповнення.
8. Арифметичні векторні простори  $K^n$ .
9. Лінійна комбінація.
10. Лінійно залежні та незалежні системи векторів.
11. I і II критерії лінійної залежності векторів.
12. База системи векторів, її основна властивість.
13. Ранг системи векторів.
14. Еквівалентні системи векторів. Елементарні перетворення.
15. Системи ступінчатого виду. Розмір та базис простору  $K^n$ .
16. Матриці, дії над ними.
17. Елементарні перетворення, зведення матриці до діагонального виду.
18. Ранги матриці.
19. Теорема про ранг матриці.
20. Теорема про визначник добутку матриць
21. Обернена матриця.
22. Невироджені матриці, критерій невинродженості матриць.
23. Матричні рівняння.
24. Системи  $m$  лінійних рівнянь з  $n$  невідомими.
25. Сумісність, визначеність, невизначеність системи лінійних рівнянь.
26. Метод Гауса.
27. Теорема Кронекера-Капелі.
28. Система лінійних однорідних рівнянь.
29. Теорема про підпростір розв'язків системи лінійних однорідних рівнянь, його розмір.
30. Фундаментальні розв'язки. Теорема про структуру загального розв'язку неоднорідної системи лінійних рівнянь.

31. Метод Крамера.
32. Найпростіші задачі аналітичної геометрії.
33. Скалярний добуток векторів, його властивості, зміст та застосування.
34. Векторний добуток векторів, властивості. Геометричний та фізичний зміст.
35. Обчислення векторного добутку за відомими координатами векторів-множників.
36. Мішаний добуток векторів, його властивості та геометричний зміст. Необхідна та достатня умова компланарності векторів.
37. Обчислення мішаного добутку.
38. Пряма та площина у просторі.
39. Криві та поверхні другого порядку.
40. Канонічні рівняння кривих другого порядку (еліпс, коло, гіпербола, парабола). Їх властивості.
41. Визначення комплексного числа. Алгебраїчна форма комплексних чисел, дії над ними.
42. Квадратні рівняння.
43. Тригонометрична форма комплексних чисел, їх геометрична інтерпретація.
44. Формула Муавра.
45. Корені  $n$ -ого степеня з комплексного числа, корні з одиниці.
46. Квадратична форма. Матриця та ранг квадратичної форми.
47. Канонічний вид кв.ф. Метод Лагранжа.
48. Еквівалентність квадратичних форм над полем дійсних та комплексних чисел.
49. Додатньо визначені кв. ф. Критерій Сильвестра.
50. Поняття лінійного простору, приклади.
51. Базис та розмір лінійного простору.
52. Матриця переходу від старого базису до нового базису.
53. Підпростори, сума та перетин підпросторів.
54. Скалярний добуток, його властивості.
55. Евклідові простори.
56. Нерівність Коши-Буняковського.
57. Ортогональні системи векторів. Процес ортогоналізації Грама-Шмідта.
58. Визначник Грама.
59. Ортогональне доповнення.
60. Лінійні відображення та їх матриці, приклади.
61. Ядро та образ лінійного відображення, їх структура; ранг, дефект.
62. Лінійні оператори. Зміна матриці лінійного відображення при зміні баз.
63. Власні числа та власні вектори лінійних операторів, їх властивості.
64. Характеристичний многочлен. Теорема Гамільтона-Келі.
65. Оператор простої структури. Власний базис.
66. Алгоритм побудови власних векторів і власних значень

## 12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний та періодичний контроль									Підсумковий контроль (іспит)	Сума балів
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2			Змістовий модуль № 3			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	40	100
4	4	4	4	8	4	2	4	2		
							Контрольна робота за змістовим модулем 3 - 24			

## Розподіл балів за видами навчальної роботи

Види навчальної роботи	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		
	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)
Поточний контроль на лекціях	1	8	8	1	7	7	1	3	3
Практичні заняття	1	8	8	1	7	7	1	3	3
Контрольна робота за змістовим модулем									24
Разом			16			14			30
Іспит	40								
Підсумкова сума балів	100								

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
85–89	B	добре	
75–84	C		
70–74	D		
60–69	E	задовільно	не зараховано з
35–59	FX	незадовільно з	

		можливістю повторного складання	можливістю повторного складання
0–34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 13. Навчально-методичне забезпечення

1. Матриці та системи лінійних рівнянь: навчальний посібник / Під редакцією О. В. Савастру. – Одеса: Одеський національний університет імені І.І.Мечникова, 2019. – 121 с.
2. Савастру О. В. Збірник тестових завдань з вищої математики/ Савастру О. В. - Одеса, - 2014, - 57с.
3. Робоча програма, силабус, конспект лекцій, мультимедійні презентації, плани практичних занять.  
<http://onu.edu.ua/>

### 14. Рекомендована література

#### Основна

1. Т. Банах, Б. Бокало, Ю. Іщук, Х. Трущак, Збірник задач з аналітичної геометрії, Львів: ЛНУ. 2003.
2. Зеліско В. Р., Зеліско Г. В. Основи лінійної алгебри і аналітичної геометрії. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2011. – 326 с.
3. Зеліско В. Р., Зеліско Г. В. Лінійна алгебра і аналітична геометрія. Практикум. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2014. – 374 с.
4. Ординська З.П., Орловський І.В., Руновська М.К. Конспект лекцій з аналітичної геометрії та лінійної алгебри – К.: Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, 2014.
5. Романів О.М. Лінійна алгебра: навч. посібник / О.М. Романів. – Львів: І.Е.Чижиков, 2014. – 279 с.
6. Яременко Ю.В., Лутченко Л.І. Аналітична геометрія. ч.2. Навчально-методичний посібник – Кіровоград: “Антураж А”, 2005. – 116с.

#### Додаткова

1. Андрійчук В.І. Лінійна алгебра: навч. посібник / В.І. Андрійчук, Б.В. Забавський. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 226 с.
2. Безущак О.О. Навчальний посібник з лінійної алгебри для студентів механікоматематичного факультету / О.О. Безущак, О.Г. Ганюшкін, Є.А. Кочубінська. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2019. – 224 с.
3. Безущак О.О. Завдання до практичних занять з лінійної алгебри / О.О. Безущак, О.Г. Ганюшкін, Є.А. Кочубінська. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2016.
4. Волошина Т.В. Лінійна алгебра: навч. посібник / Т.В. Волошина. – Луцьк: Вежа-Друк, 2020. – 308 с.

5. Зайцева Л.Л., Нетреба А.В. Збірник задач з аналітичної геометрії. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008. – 200 с.

### **15. Електронні інформаційні ресурси**

1. <https://onu.edu.ua/uk/science/scientific-library> – Сайт бібліотеки ОНУ імені І. І. Мечникова;
2. <http://nbuv.gov.ua/> – Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;
3. <http://www.dnrb.gov.ua/> – Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського;
4. <http://odnb.odessa.ua/> – Сайт Одеської національної наукової бібліотеки;