

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Декан математичного факультету  
С.І. Гоменюк  
26 » серпня 2016 р.



**АНАЛІТИЧНА ГЕОМЕТРІЯ ТА ЛІНІЙНА АЛГЕБРА**  
РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра  
спеціальності 104 фізика та астрономія освітня програма фізика  
спеціальності 105 прикладна фізика та наноматеріали освітня програма прикладна фізика

**Укладачі:** Спиця Оксана Геннадіївна, ст. викладач кафедри алгебри та геометрії

Обговорено та ухвалено на засіданні кафедри алгебри та геометрії

Протокол № 1 від 28 серпня 2016 р.


Завідувач кафедри алгебри та геометрії

  
\_\_\_\_\_ А.К. Приварников  
(підпис)

Ухвалено науково-методичною радою математичного факультету

Протокол № 1 від 01 вересня 2016 р.

Голова науково-методичної ради математичного факультету

  
\_\_\_\_\_ П.Г. Стеганцева  
(підпис)

2016 рік

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <b>10 природничі науки</b>	Нормативна	
Загальна кількість годин – 120	Спеціальність <b>104 фізика та астрономія</b> Освітня програма <b>фізика</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
	Спеціальність <b>105 прикладна фізика та наноматеріали</b> Освітня програма <b>прикладна фізика</b>	1-й	1-й
Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 3	Рівень вищої освіти: <b>бакалаврський</b>	<b>Лекції</b>	
		16 год.	4 год.
		<b>Практичні</b>	
		32 год.	12 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		72 год.	104 год.
		Вид контролю: екзамен	

#### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Аналітична геометрія та лінійна алгебра» є надання основних теоретичних відомостей стандартного курсу аналітичної геометрії та вищої алгебри, які складають невід’ємну частину загальної математичної освіти студента-фізика. Узагальнити відомі поняття алгебри та геометрії; простежити взаємозв’язок предметів алгебри та геометрії та логіку розвитку теоретичних побудов в цих дисциплінах; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв’язку практичних задач.

**Основними завданнями** вивчення дисципліни «Аналітична геометрія та лінійна алгебра» є

1. Надати основні поняття про множини, ознайомити з діями над ними.
2. Ознайомити з поняттям матриці, визначника, діями над ними та основними властивостями.
3. Навчити застосовувати матриці та визначники до розв’язання задач лінійної алгебри.
4. Надати визначення та основні властивості лінійних просторів.
5. Надати відомості про вектори та дії над ними.
6. Ознайомити із застосуванням векторів та їх добутоків до розв’язування задач.
7. Надати відомості про криві та поверхні I та II порядків.

8. Ознайомити із застосуванням кривих та поверхонь I та II порядків до розв'язування задач фізики.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

1. Основні поняття, факти та теореми лінійної алгебри.
2. Основні поняття, факти та теореми аналітичної геометрії.
3. Сфери застосування матриць та визначників.
4. Сфери застосування векторів, їх добутоків, кривих та поверхонь I та II порядків.

**Вміти:**

1. Застосовувати основні поняття, твердження та теореми до розв'язку задач.
2. Наводити приклади, які демонструють суттєвість теоретичних понять чи фактів, або спростовують хибні ствердження.
3. Застосовувати елементи алгебри до розв'язання задач геометрії, та використовувати матеріал попередніх тем при вивченні наступних.
4. Розв'язувати типові задачі кожної з вивчених тем.

## 2. Програма навчальної дисципліни

### *Розділ 1. Лінійна алгебра.*

*Тема 1. Елементи алгебри множин.*

Поняття множини, її елементів. Скінченні та нескінченні множини. Потужність множини. Порожня множина. Універсальна множина. Підмножини. Рівність множин. Способи завдання множин. Діаграми Ейлера-Вена. Дії над множинами: об'єднання, перетин, різниця, доповнення.

*Тема 2. Матриці та дії над ними.*

Означення матриці, її елементів. Розмір матриці. Прямокутні та квадратні матриці. Головна та побічна діагоналі. Діагональні, симетричні, кососиметричні та трикутні матриці. Рівність матриць. Лінійні операції над матрицями: сума матриць, множення матриці на дійсне число. Властивості лінійних операцій над матрицями. Добуток матриць. Властивості добутку матриць. Приклади. Транспонування матриць, властивості.

*Тема 3. Визначники та їх властивості.*

Означення визначника квадратної матриці. Правила обчислення визначників 1-го, 2-го та 3-го порядків. Властивості визначників. Мінори, алгебраїчні доповнення. Розклад визначника за рядком. Визначник трикутної матриці. Визначник добутку матриць.

*Тема 4. Обернена матриця та методи її обчислення.*

Вироджені та неvirоджені матриці. Властивості неvirоджених матриць. Обернена матриця, її властивості. Метод алгебраїчних доповнень знаходження оберненої матриці. Метод елементарних перетворень знаходження оберненої матриці. Матричні рівняння.

*Тема 5. Означення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх класифікація. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.*

Ранг матриці. Метод елементарних перетворень та метод знаходження базисного мінору обчислення рангу матриці. Поняття системи лінійних рівнянь, їх види. Поняття розв'язку системи рівнянь. Сумісні та несумісні системи рівнянь. Визначені та невизначені системи рівнянь Еквівалентність систем лінійних рівнянь. Матриця системи та розширена матриця системи, їх елементарні перетворення. Теорема Кронекера-Капеллі дослідження системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь, умови їх застосування та алгоритми знаходження: метод Гаусса, метод Крамера та матричний метод.

*Тема 6. Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, фундаментальна система розв'язків.*

Дослідження структури множини розв'язків однорідної системи лінійних рівнянь. Лінійно залежні та лінійно незалежні системи розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Фундаментальна система розв'язків однорідної системи лінійних рівнянь, її властивості та алгоритм знаходження.

*Тема 7. Власні значення та власні вектори матриці.*

Означення власного значення та власного вектора матриці. Алгоритми знаходження власного значення матриці та відповідного до нього власного вектора. Властивості власних значень матриці.

## ***Розділ 2. Аналітична геометрія.***

*Тема 8. Поняття вектора. Лінійні операції над векторами та їх властивості.*

Поняття вектора. Довжина вектора. Довжина вектора. Колінеарні та компланарні вектори. Правила додавання векторів: трикутника, паралелограма, многокутника. Означення операції множення вектора на число. Властивості лінійних операцій над векторами.

*Тема 9. Означення лінійного векторного простору та його властивості. Базис і розмірність лінійного векторного простору. Координати вектора.*

Означення лінійного векторного простору. Приклади. Основні властивості лінійного векторного простору. Лінійно залежні та лінійно незалежні системи векторів. Приклади. Базис. Поняття розмірності векторного простору. Координати вектора в базисі. Декартова, афінна та полярна системи координат.

*Тема 10. Добутки векторів.*

Проекція вектора на вісь. Кут між векторами. Скалярний добуток двох векторів, його властивості та застосування до розв'язування фізичних задач. Векторний добуток двох векторів, його властивості та застосування до розв'язування фізичних задач. Мішаний добуток трьох векторів, його властивості.

*Тема 11. Аналітична геометрія на площині.*

Види рівнянь прямої на площині. Взаємне розташування двох прямих на площині. Розташування прямої відносно системи координат. Кут між двома прямими. Відстань від точки до прямої.

*Тема 12. Аналітична геометрія у просторі.*

Види рівнянь прямої та площини. Взаємне розташування двох прямих, двох площин, прямої та площини. Розташування прямої та площини відносно системи координат. Кути між двома прямими, двома площинами, прямою та площиною. Відстані від точки до прямої, від точки до площини, від прямої до площини.

*Тема 13. Лінії другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення ліній другого порядку до канонічного виду.*

Еліпс, його канонічне рівняння. Гіпербола, її канонічне рівняння. Парабола, її канонічне рівняння. Оптичні властивості кривих другого порядку. Загальне рівняння лінії другого порядку. Застосування перетворення координат (паралельний переніс, поворот) до приведення ліній другого порядку до канонічного виду.

*Тема 14. Поверхні другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення поверхонь другого порядку до канонічного виду.*

Еліпсоїд. Однопорожнинний та двопорожнинний гіперболоїди. Еліптичний та гіперболічний параболоїди. Конічні та циліндричні поверхні. Застосування перетворення координат (паралельний переніс, поворот) до приведення поверхонь другого порядку до канонічного виду.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	с/п	лаб	сам.роб.			л	с/п	лаб	сам.роб.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
<b>Розділ 1. Лінійна алгебра</b>												
Тема 1. Елементи алгебри множин.	6	1	1		4		6,5		0,5		6	
Тема 2. Матриці та дії над ними.	8	1	2		5		9,5	0,5	1		8	
Тема 3. Визначники та їх властивості.	9	1	2		6		9,5	0,5	1		8	
Тема 4. Обернена матриця та методи її обчислення.	7	1	2		4		6,5		0,5		6	
Тема 5. Означення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх класифікація. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	6	1	1		4		9,5	0,5	1		8	
Тема 6. Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, фундаментальна система розв'язків.	7	1	2		4		6,5		0,5		6	
Тема 7. Власні значення та власні вектори матриці.	7	1	2		4		7	0,5	0,5		6	
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>12</b>		<b>31</b>		<b>55</b>	<b>2</b>	<b>5</b>		<b>48</b>	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Розділ 2. Аналітична геометрія</b>										
Тема 8. Поняття вектора. Лінійні операції над векторами та їх властивості.	8	1	2		5		8,5	0,5	1	7
Тема 9. Означення лінійного векторного простору та його властивості. Базис і розмірність лінійного векторного простору. Координати вектора.	9	1	3		5		8		1	7
Тема 10. Добутки векторів.	10	1	3		6		9,5	0,5	1	8
Тема 11. Аналітична геометрія на площині.	11	2	3		6		9,5	0,5	1	8
Тема 12. Аналітична геометрія у просторі.	10	1	3		6		9,5	0,5	1	8
Тема 13. Лінії другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення ліній другого порядку до канонічного виду.	12	2	3		7		10		1	9
Тема 14. Поверхні другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення поверхонь другого порядку до канонічного виду.	10	1	3		6		10		1	9
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>70</b>	<b>9</b>	<b>20</b>		<b>41</b>		<b>65</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>56</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>72</b>		<b>120</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>104</b>

#### 4. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Елементи алгебри множин.	1
2.	Матриці та дії над ними.	1
3.	Визначники та їх властивості.	1
4.	Обернена матриця та методи її обчислення.	1
5.	Означення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх класифікація. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	1
6.	Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, фундаментальна система розв'язків.	1
7.	Власні значення та власні вектори матриці.	1

1	2	3
8.	Поняття вектора. Лінійні операції над векторами та їх властивості.	1
9.	Означення лінійного векторного простору та його властивості. Базис і розмірність лінійного векторного простору. Координати вектора.	1
10.	Добутки векторів.	1
11.	Аналітична геометрія на площині.	2
12.	Аналітична геометрія у просторі.	1
13.	Лінії другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення ліній другого порядку до канонічного виду.	2
14.	Поверхні другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення поверхонь другого порядку до канонічного виду.	1
<b>РАЗОМ</b>		<b>16</b>

### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Елементи алгебри множин.	1
2.	Матриці та дії над ними.	2
3.	Визначники та їх властивості.	2
4.	Обернена матриця та методи її обчислення.	2
5.	Означення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх класифікація. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	1
6.	Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, фундаментальна система розв'язків.	2
7.	Власні значення та власні вектори матриці.	2
8.	Поняття вектора. Лінійні операції над векторами та їх властивості.	2
9.	Означення лінійного векторного простору та його властивості. Базис і розмірність лінійного векторного простору. Координати вектора.	3
10.	Добутки векторів.	3
11.	Аналітична геометрія на площині.	3
12.	Аналітична геометрія у просторі.	3
13.	Лінії другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення ліній другого порядку до канонічного виду.	3
14.	Поверхні другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення поверхонь другого порядку до канонічного виду.	3
<b>РАЗОМ</b>		<b>32</b>

### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назви тем і запитань, які виносяться на самостійну роботу	Час (години)
1	2	3
1.	Елементи алгебри множин.	4
2.	Матриці та дії над ними.	5

1	2	3
3.	Визначники та їх властивості.	6
4.	Обернена матриця та методи її обчислення.	4
5.	Означення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх класифікація. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	4
6.	Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, фундаментальна система розв'язків.	4
7.	Власні значення та власні вектори матриці.	4
8.	Поняття вектора. Лінійні операції над векторами та їх властивості.	5
9.	Означення лінійного векторного простору та його властивості. Базис і розмірність лінійного векторного простору. Координати вектора.	5
10.	Добутки векторів.	6
11.	Аналітична геометрія на площині.	6
12.	Аналітична геометрія у просторі.	6
13.	Лінії другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення ліній другого порядку до канонічного виду.	7
14.	Поверхні другого порядку, їх канонічні рівняння та зображення. Методи приведення поверхонь другого порядку до канонічного виду.	6
	<b>РАЗОМ</b>	<b>72</b>

### Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання являють собою виконання домашньої контрольної роботи за обраним варіантом (розрахункове завдання).

### 7. Види контролю і система накопичення балів

#### Види контролю:

- тестування;
- самостійні роботи;
- контрольні роботи;
- індивідуальні завдання;
- екзамен.

**Система накопичення балів** (мінімальна кількість балів для допуску до складання підсумкового контролю – 35 балів)

№ з/п	Вид роботи	Кількість балів
<b>1.</b>	<b>Поточні тести</b>	<b>20</b>
	<b>Лінійна алгебра (середня арифметична)</b>	<b>10</b>
1.	Елементи алгебри множин	10
2.	Поняття матриці. Види матриць	10
3.	Дії над матрицями	10
4.	Визначники та їх властивості	10
5.	Поняття системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх класифікація	10
6.	Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх ФСР	10
	<b>Аналітична геометрія (середня арифметична)</b>	<b>10</b>
1.	Лінійні операції над векторами. Координати вектора в базисі	10
2.	Добутки векторів	10



	3.	Аналітична геометрія на площині	10
	4.	Аналітична геометрія в просторі	10
	5.	Криві та поверхні другого порядку	10
<b>2.</b>	<b>Контрольні роботи</b>		<b>30</b>
	1.	Лінійна алгебра	15
	2.	Аналітична геометрія	15
<b>3.</b>	<b>Самостійні роботи</b>		<b>10</b>
	<b>Лінійна алгебра (середня арифметична)</b>		<b>5</b>
	1.	Дії над матрицями	5
	2.	Визначники	5
	3.	Обернена матриця	5
	<b>Аналітична геометрія (середня арифметична)</b>		<b>5</b>
	1.	Лінійні операції над векторами	5
	2.	Скалярний добуток векторів	5
	3.	Векторний та мішаний добуток векторів	5
<b>4.</b>	<b>Підсумковий контроль</b>		<b>40</b>
	<b>Індивідуальне завдання</b>		<b>20</b>
	1.	Лінійна алгебра	10
	2.	Аналітична геометрія	10
	<b>Екзамен</b>		<b>20</b>
	<b>РАЗОМ</b>		<b>100</b>

### Шкала оцінювання

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою		
		Екзамен	Залік	
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	зараховано	
B	85 – 89 (дуже добре)			4 (добре)
C	75 – 84 (добре)			
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)		
E	60 – 69 (достатньо)			
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)		незараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)			

## 8. Рекомендована література

### Основна

1. Ильин В.А. Аналитическая геометрия [Текст] / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М.: Наука, 1988. – 234 с.

2. Ильин В.А. Линейная алгебра [Текст] / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М.: Наука, 1984. – 336 с.
3. Приварников А.К. Основные аспекты изучения курса «Геометрия и алгебра». Учебное пособие. Ч. 1 [Текст] / А.К. Приварников, Н.Г. Романович. – Запорожье: ЗГУ, 1992. – 132 с.
4. Приварников А.К. Основные аспекты изучения курса «Геометрия и алгебра». Учебное пособие. Ч. 2 [Текст] / А.К. Приварников, Н.Г. Романович. – Запорожье: ЗГУ, 1997. – 152 с.
5. Клетенник Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии [Текст] / Д.В. Клетенник. – М.: Наука, 1986. – 187 с.
6. Фадеев Д.К. Сборник задач по высшей алгебре [Текст] / Д.К. Фадеев, И.С. Соминский. – М.: Наука, 1977.
7. Проскуряков И.В. Сборник задач по линейной алгебре [Текст] / Игорь Владимирович Проскуряков. – М.: Наука, 1974. – 384 с.

### Додаткова

1. Курош А.Г. Курс высшей алгебры [Текст] / А.Г. Курош. – М.: Наука, 1975. – 325 с.
2. Завало С.Т. Курс алгебры [Текст] / С.Т. Завало. – Київ: Вища школа, 1985. – 278 с.
3. Постников М.М. Лекции по геометрии. Семестр I. Аналитическая геометрия [Текст] / М.М. Постников. – М.: Наука, 1986. – 416 с.
4. Моденов П.С. Сборник задач по аналитической геометрии [Текст] / П.С. Моденов, А.С. Пархоменко. – М.: Наука, 1976. – 384 с.
5. Пытьев Ю.П. Аналитическая геометрия с элементами высшей алгебры [Текст] / Ю.П. Пытьев, А.Б. Васильева, Г.П. Пытьева. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 324 с.
6. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Текст] / Д.В. Беклемишев. – М.: Наука, 1980. – 525 с.
7. Цубербиллер О.Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии [Текст] / О.Н. Цубербиллер. – М.: Наука, 1970. – 326 с.
8. Натансон И.П. Краткий курс высшей математики [Текст] / И.П. Натансон. – М.: Наука, 1968. – 440 с.

### Інформаційні ресурси

1. Александров П.С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=13922](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=13922)
2. Антонов В.И., Лагунова М.В., Лобкова Н.И. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Опорный конспект [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=18510](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=18510)
3. Бирман М.Ш., Суслина Т.А. Линейная алгебра [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=7994](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=7994)
4. Бугров Я.С., Никольский С.М. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=613](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=613)

5. Бутузов В.Ф., Крутицкая Н.Ч., Шишкин А.А. Линейная алгебра в вопросах и задачах [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=614](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=614)
6. Дьедонне Ж. Линейная алгебра и элементарная геометрия [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=626](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=626)
7. Зіновєєв І.В., Манько Н.І.-В., Спиця О.Г. Алгебра та геометрія: основи лінійної алгебри [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=21104](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=21104)
8. Казанова Г. Векторная алгебра [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=7439](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=7439)
9. Кострикин А.И, Манин Ю.И. Линейная алгебра и геометрия [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=645](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=645)
10. Лаптев Г.Ф. Элементы векторного исчисления [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=765](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=765)
11. Литнарлович Р.М. Линейная алгебра (решение типовых задач). Часть 1 [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=20710](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=20710)
12. Литнарлович Р.М. Линейная алгебра (решение типовых задач). Часть 2 [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=20711](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=20711)
13. Літнарлович Р.М. Аналітична геометрія. Лінійна алгебра [Електронний ресурс] / Режим доступу: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=20209](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=20209)
14. Майоров В.М., Скопец З.А. Задачник - практикум по векторной алгебре [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=7022](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=7022)
15. Мальцев А.И. Основы линейной алгебры [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=1111](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=1111)
16. Стренг Г. Линейная алгебра и ее применения [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url\\_id=14833](http://ebooks.znu.edu.ua/index.php?action=url/view&url_id=14833)

Погоджено \_\_\_\_\_

Навчальний відділ

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_