

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



ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан математичного факультету

С.І. Гоменюк

26 серпня 2016 р.

ЛІНІЙНА АЛГЕБРА

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

спеціальності 014 середня освіта спеціалізація 014.04 середня освіта (математика)

спеціальності 111 математика

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

Обговорено та ухвалено на засіданні кафедри алгебри та геометрії

Протокол № 1 від 26 серпня 2016 р.


Завідувач загальної математики

 А.К. Приварников

Ухвалено науково-методичною радою математичного факультету

Протокол № 1 від 01 вересня 2016 р.

Голова науково-методичної ради математичного факультету

 П.Г. Стеганцева

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 – 8	Галузь знань 014 середня освіта 11 математика та статистика	Нормативна	
Загальна кількість годин – 240	Спеціальність 014 середня освіта спеціалізація 014.04 середня освіта (математика) Спеціальність 111 математика	Рік підготовки:	
		1-й	1-й, 2-й
Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 4,5	Рівень вищої освіти: бакалаврський	Лекції	
		54 год.	12
		Практичні	
		66 год.	14
		Самостійна робота	
		120 год.	214
		Вид контролю: залік, екзамен	

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Лінійна алгебра» є засвоєння студентами основних теоретичних відомостей, практичних вмінь та навичок з курсу лінійної алгебри.

Основним завданням вивчення дисципліни «Лінійна алгебра» є:

1. Ознайомити з поняттям матриці, визначника, діями над ними та основними властивостями;
2. Навчити застосовувати матриці та визначники до розв'язання задач лінійної алгебри;
3. Навчити досліджувати та розв'язувати будь-які системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР);
4. Надати визначення та основні властивості лінійних просторів;
5. Навчити знаходити розмірність та базис суми й перетину підпросторів;
6. Надати відомості про оператор, його матрицю, основні дії над операторами та їх властивості;
7. Надати визначення та основні властивості евклідових просторів, оператора в евклідовому просторі, його види;
8. Надати відомості про білінійні функціонали та квадратичні форми, методи зведення до канонічного вигляду.

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

1. Основні поняття, факти та теореми лінійної алгебри;
2. Теоретичні основи і суть методів лінійної алгебри.

Вміти:

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

Міждисциплінарні зв'язки. Дисципліна «Лінійна алгебра» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітнього рівня «бакалавр», є базовою для вивчення таких спеціальних дисциплін як «математичний аналіз», «диференціальні рівняння», «диференціальна геометрія», «Функціональний аналіз», спеціальних курсів, тощо.

2. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Матриці та визначники.

Тема 1. Комплексні числа.

Поняття комплексного числа, геометрична інтерпретація. Алгебраїчна та тригонометрична форми запису комплексного числа. Дії над комплексними числами, записаними в різних видах.

Тема 2. Означення системи лінійних алгебраїчних рівнянь, їх класифікація. Метод Гаусса розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Поняття системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Основна термінологія. Еквівалентність систем лінійних рівнянь. Елементарні перетворення. Приклади. Метод Гаусса розв'язання систем лінійних рівнянь. Матриця системи та розширена матриця системи. Зведення системи лінійних рівнянь до ступінчастої форми за допомогою елементарних перетворень.

Тема 3. Поняття матриці. Види матриць. Операції над матрицями та їх властивості.

Поняття матриці, її види: квадратні та прямокутні, діагональні, симетричні, трикутні матриці. 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 4. Множини та відображення. Підстановки та перестановки.

Поняття множини. Відображення множин, їх види. Підстановки, їх парність, множення підстановок. Перестановки, їх парність, множення перестановок, розкладання в добуток циклів.

Тема 5. Визначники та їх властивості.

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

Тема 6. Обернена матриця та методи її обчислення.

Невироджені матриці, критерії невиродженості матриць. Властивості невироджених матриць. Обернена матриця, її властивості. Метод Гаусса знаходження оберненої матриці. Метод алгебраїчних доповнень знаходження оберненої матриці.

Розділ 2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні векторні простори.

Тема 7. Матричний метод та правило Крамера розв'язування системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Матричні рівняння: їх види та методи розв'язування. Матричний метод розв'язування систем лінійних рівнянь. Метод Крамера розв'язування систем лінійних рівнянь.

Тема 8. Дослідження системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Поняття рангу матриці. Ранг матриці по рядках, ранг матриці по стовпчиках. Теорема про рівність рангу по рядках і рангу по стовпчиках для довільної матриці. Ранг матриці. Метод обвідних мінорів та метод елементарних перетворень обчислення рангу матриці. Критерій сумісності системи лінійних рівнянь (теорема Кронекера-Капеллі). Структура множини розв'язків неоднорідної системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Тема 9. Однорідні системи лінійних алгебраїчних рівнянь, фундаментальна система її розв'язків.

Дослідження структури множини розв'язків однорідної системи лінійних рівнянь. Лінійно залежна та лінійно незалежна сукупність розв'язків системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Фундаментальна система розв'язків однорідної системи лінійних рівнянь, її властивості. Структура множини розв'язків загальної системи лінійних рівнянь. Приклади.

Тема 10. Означення лінійного векторного простору та його властивості. Базис і розмірність лінійного векторного простору.

Означення векторного простору. Приклади. Основні властивості лінійних векторних просторів. Лінійно залежні, незалежні системи вектор-рядків (вектор-стовпчиків), їх властивості. Приклади. Базис. Поняття розмірності векторного простору. Поняття рангу системи вектор-рядків (вектор-стовпчиків).

Тема 11. Ізоморфізм лінійних векторних просторів. Підпростори.

Поняття ізоморфізму. Приклади ізоморфних просторів. Поняття лінійного підпростору. Приклади. Лінійна оболонка і ранг системи векторів. Поняття перетину та суми підпросторів, їх розмірності. Розкладання простору в пряму суму підпросторів. Теорема Грасмана, її застосування.

Тема 12. Зміна координат вектора при зміні базису.

Поняття старого та нового базисів. Зміна базису. Матриця переходу від старого базису до нового. Зміна координат при зміні базису.

Розділ 3. Лінійні оператори.

Тема 13. Поняття лінійного оператора та дії над ними.

Поняття лінійного оператора. Приклади. Сума, різниця, добуток лінійних операторів. Нульовий та тотожний оператори. Обернений оператор.

Тема 14. Матриця оператора.

Поняття матриці лінійного оператора. Зміна матриці лінійного оператора при зміні базису. Матриця нульового та тотожного операторів. Дії над лінійними

операторами в матричній формі: сума, різниця та добуток операторів в матричній формі.

Тема 15. Образ, ранг, ядро, дефект оператора.

Поняття образу та ядра лінійного оператора, їх розмірності, а саме ранг та дефект. Зв'язок рангу та дефекту лінійного оператора з розмірністю простору.

Тема 16. Власні вектори та власні значення лінійного оператора.

Поняття інваріантного підпростору. Знаходження інваріантних підпросторів для лінійних операторів. Характеристичний многочлен, його властивості. Знаходження власних значень і власних векторів лінійних операторів. Алгебраїчна та геометрична кратності власного значення лінійного оператора. Діагональна матриця. Алгоритм приведення матриці лінійного оператора до діагонального виду.

Тема 17. Жорданова нормальна форма оператора.

Поняття кореневого підпростору, його властивості та алгоритм знаходження. Клітка жордана, жорданова матриця. Означення та властивості жорданового базису. Алгоритми приведення матриці до жорданової форми та пошуку жорданового базису.

Розділ 4. Евклідові простори. Оператори в Евклідових просторах.

Тема 18. Означення і приклади евклідового простору.

Означення евклідового простору. Приклади. Норма вектора. Нерівності Мінковського та Коші-Буняковського. Теорема Піфагора. Довжина вектора. Кут між векторами.

Тема 19. Ортонормований базис. Ортогональне доповнення підпростору.

Поняття ортонормованого базису та його властивості. Метод ортогоналізації Грама-Шмідта. Матриця Грама. Розклад евклідового простору в пряму суму підпростору та його ортогонального доповнення. Ортогональна проекція вектора на підпростір, ортогональна складова вектора.

Тема 20. Унітарний простір.

Поняття унітарного простору, основні властивості унітарних просторів. Обчислення скалярного добутку. Приклади.

Тема 21. Спряжені та самоспряжені оператори.

Спряжений лінійний оператор унітарних (евклідових) просторів, його існування та єдиність. Самоспряжені оператори, їх властивості. Існування власного ортонормованого базису для самоспряженого оператора в унітарному та в евклідовому просторі.

Тема 22. Ортогональні та нормальні оператори. Полярний розклад оператора.

Ортогональна матриця, її властивості. Ортогональний оператор, його властивості. Розклад не виродженого лінійного оператора в добуток ортогонального оператора та оператора з додатними власними значеннями.

Розділ 5. Білінійні та квадратичні форми.

Тема 23. Білінійні форми. Основні поняття теорії квадратичних форм.

Білінійні форми, приклади. Матриця білінійної форми. Координатний вираз білінійної форми. Перетворення матриці білінійної форми при заміні базису. Симетричні і косиметричні білінійні форми. Квадратичні форми, їх зв'язок з білінійними. Дійсні квадратичні форми. Матриця квадратичної форми.

Тема 24. Канонічний вигляд КФ.

Канонічний вигляд КФ. Нормальний вигляд КФ. Методи приведення квадратичної форми до канонічного вигляду.

Тема 25. Знаковизначеність квадратичних форм.

Додатновизначені форми. Закон інерції дійсних квадратичних форм. Критерій Сильвестра додатної визначеності квадратичної форми. Дослідження квадратичних на знаковизначеність.

Тема 26. Білінійні та квадратичні форми в евклідовому просторі. Пара квадратичних форм.

Приведення квадратичної форми до суми квадратів в ортогональному базисі. Одночасне приведення двох квадратичних форм до суми квадратів: умови та алгоритм приведення.

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.		
го												
1	2	3	4	5	6		7	8	9	10	11	
Розділ 1. Матриці та визначники												
Тема 1. Комплексні числа.	8	2	2		4		5,5	0,5			5	
Тема 2. Означення та класифікація СЛАР. Метод Гаусса розв'язування СЛАР.	6	2	2		2		7,5	0,5	1		6	
Тема 3. Поняття матриці. Види матриць. Операції над матрицями та їх властивості.	8	2	2		4		9	0,5	0,5		8	
Тема 4. Множини та відображення. Підстановки та перестановки.	6	2	2		2		5,5		0,5		5	
Тема 5. Визначники та їх властивості.	8	2	2		4		9	0,5	0,5		8	
Тема 6. Обернена матриця та методи її обчислення.	6	2	2		2		5,5		0,5		5	
Разом за розділом 1	42	12	12		18		42	2	3		37	
Розділ 2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні векторні простори.												
Тема 7. Матричний метод та правило Крамера розв'язування СЛАР.	6	2	2		2		5				5	
Тема 8. Дослідження СЛАР.	8	2	2		4		7	0,5	0,5		6	
Тема 9. Однорідні СЛАР, фундаментальна система їх розв'язків.	8	2	2		4		7	0,5	0,5		6	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 10. Означення ЛВП та його властивості. Базис і розмірність ЛВП.	8	2	2		4		9,5	0,5	1	8
Тема 11. Ізоморфізм ЛВП. Підпростори.	8	2	2		4		9	0,5	0,5	8
Тема 12. Зміна координат вектора при зміні базису.	6	2	2		2		6,5		0,5	6
Разом за розділом 2	44	12	12		20		44	2	3	39
Розділ 3. Лінійні оператори										
Тема 13. Означення лінійного оператора. Дії над лінійними операторами.	8	2	2		6		7	0,5	0,5	6
Тема 14. Матриця оператора.	9	1	2		6		11	0,5	0,5	10
Тема 15. Образ, ранг, ядро, дефект оператора.	9	1	2		6		11	0,5	0,5	10
Тема 16. Власні вектори та власні значення лінійного оператора.	12	2	4		6		14	1	1	12
Тема 17. Жорданова нормальна форма оператора.	14	2	4		8		13	0,5	0,5	12
Разом за розділом 3	56	8	16		32		56	3	3	50
Розділ 4. Евклідові простори. Оператори в Евклідових просторах										
Тема 18. Означення і приклади ЕП.	9	2	2		5		8,5	0,5		8
Тема 19. Ортонормований базис. Ортогональне доповнення підпростору.	11	2	4		5		10	0,5	0,5	9
Тема 20. Унітарний простір.	8	2	2		4		9,5		0,5	9
Тема 21. Спряжені та самоспряжені оператори.	11	2	3		6		11	0,5	0,5	10
Тема 22. Ортогональні та нормальні оператори. Полярний розклад оператора.	11	2	3		6		11	0,5	0,5	10
Разом за розділом 4	50	10	14		26		50	2	2	46
Розділ 5. Білінійні та квадратичні форми										
Тема 23. Білінійні форми. Основні поняття теорії квадратичних форм.	8	3	2		4		7	0,5	0,5	8
Тема 24. Канонічний вигляд квадратичних форм.	10	3	4		6		7	0,5	0,5	12
Тема 25. Знаковизначеність квадратичних форм.	8	3	4		7		7	0,5	1	12
Тема 26. Білінійні та квадратичні форми в евклідовому просторі. Пара квадратичних форм.	9	3	2		7		7	0,5	1	10
Разом за розділом 5	48	12	12		24		48	3	3	42

Усього годин	240	54	66		120		240	12	14		120
--------------	-----	----	----	--	-----	--	-----	----	----	--	-----

4. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Комплексні числа.	2
2.	Означення та класифікація СЛАР. Метод Гаусса розв'язування СЛАР.	2
3.	Поняття матриці. Види матриць. Операції над матрицями та їх властивості.	2
4.	Множини та відображення. Підстановки та перестановки.	2
5.	Визначники та їх властивості.	2
6.	Обернена матриця та методи її обчислення.	2
7.	Матричний метод та правило Крамера розв'язування СЛАР.	2
8.	Дослідження СЛАР.	2
9.	Однорідні СЛАР, фундаментальна система їх розв'язків.	2
10.	Означення ЛВП та його властивості. Базис і розмірність ЛВП.	2
11.	Ізоморфізм ЛВП. Підпростори.	2
12.	Зміна координат вектора при зміні базису.	2
13.	Означення лінійного оператора. Дії над лінійними операторами.	2
14.	Матриця оператора.	1
15.	Образ, ранг, ядро, дефект оператора.	1
16.	Власні вектори та власні значення лінійного оператора.	2
17.	Жорданова нормальна форма оператора.	2
18.	Означення і приклади ЕП.	2
19.	Ортонормований базис. Ортогональне доповнення підпростору.	2
20.	Унітарний простір.	2
21.	Спряжені та самоспряжені оператори.	2
22.	Ортогональні та нормальні оператори. Полярний розклад оператора.	3
23.	Білінійні форми. Основні поняття теорії квадратичних форм.	3
24.	Канонічний вигляд квадратичних форм.	3
25.	Знаковизначеність квадратичних форм.	3
26.	Білінійні та квадратичні форми в евклідовому просторі. Пара квадратичних форм.	3
	РАЗОМ	54

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Комплексні числа.	2
2.	Означення та класифікація СЛАР. Метод Гаусса розв'язування СЛАР.	2
3.	Поняття матриці. Види матриць. Операції над матрицями та їх властивості.	2
4.	Множини та відображення. Підстановки та перестановки.	2
5.	Визначники та їх властивості.	2
6.	Обернена матриця та методи її обчислення.	2
7.	Матричний метод та правило Крамера розв'язування СЛАР.	2

8.	Дослідження СЛАР.	2
1	2	3
9.	Однорідні СЛАР, фундаментальна система їх розв'язків.	2
10.	Означення ЛВП та його властивості. Базис і розмірність ЛВП.	2
11.	Ізоморфізм ЛВП. Підпростори.	2
12.	Зміна координат вектора при зміні базису.	2
13.	Означення лінійного оператора. Дії над лінійними операторами.	
14.	Матриця оператора.	2
15.	Образ, ранг, ядро, дефект оператора.	2
16.	Власні вектори та власні значення лінійного оператора.	4
17.	Жорданова нормальна форма оператора.	4
18.	Означення і приклади ЕП.	2
19.	Ортонормований базис. Ортогональне доповнення підпростору.	4
20.	Унітарний простір.	2
21.	Спряжені та самоспряжені оператори.	3
22.	Ортогональні та нормальні оператори. Полярний розклад оператора.	3
23.	Білінійні форми. Основні поняття теорії квадратичних форм.	2
24.	Канонічний вигляд квадратичних форм.	4
25.	Знаковизначеність квадратичних форм.	4
26.	Білінійні та квадратичні форми в евклідовому просторі. Пара квадратичних форм.	2
	РАЗОМ	66

6. Самостійна робота

№ з/п	Назви тем і запитань, які виносяться на самостійну роботу	Час (години)
1	2	3
1.	Комплексні числа.	4
2.	Означення та класифікація СЛАР. Метод Гаусса розв'язування СЛАР.	2
3.	Поняття матриці. Види матриць. Операції над матрицями та їх властивості.	4
4.	Множини та відображення. Підстановки та перестановки.	2
5.	Визначники та їх властивості.	4
6.	Обернена матриця та методи її обчислення.	2
7.	Матричний метод та правило Крамера розв'язування СЛАР.	2
8.	Дослідження СЛАР.	4
9.	Однорідні СЛАР, фундаментальна система їх розв'язків.	4
10.	Означення ЛВП та його властивості. Базис і розмірність ЛВП.	4
11.	Ізоморфізм ЛВП. Підпростори.	4
12.	Зміна координат вектора при зміні базису.	2
13.	Означення лінійного оператора. Дії над лінійними операторами.	6
14.	Матриця оператора.	6
15.	Образ, ранг, ядро, дефект оператора.	6
16.	Власні вектори та власні значення лінійного оператора.	6
17.	Жорданова нормальна форма оператора.	8
18.	Означення і приклади ЕП.	5
19.	Ортонормований базис. Ортогональне доповнення підпростору.	5
20.	Унітарний простір.	4

21.	Спряжені та самоспряжені оператори.	6
1	2	3
22.	Ортогональні та нормальні оператори. Полярний розклад оператора.	6
23.	Білінійні форми. Основні поняття теорії квадратичних форм.	4
24.	Канонічний вигляд квадратичних форм.	6
25.	Знаковизначеність квадратичних форм.	7
26.	Білінійні та квадратичні форми в евклідовому просторі. Пара квадратичних форм.	7
	РАЗОМ	120

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;
- залік;
- екзамен.

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

№ з/п	Вид роботи	Кількість балів
1	2	3
1 семестр		
1.	Поточні тести	25
	Матриці та визначники (середня арифметична)	10
	1. Поняття систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод Гаусса	10
	2. Поняття матриці	10
	3. Лінійні операції над матрицями	10
	4. Нелінійні операції над матрицями	10
	5. Перестановки та підстановки	10
	6. Визначники та їх властивості	10
	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні простори (середня арифметична)	10
	1. Обернена матриця. Матричні рівняння. Правило Крамера розв'язування СЛАР	10
	2. Однорідні СЛАР, фундаментальна система їх розв'язків	10
	3. Лінійні простори	10
	Лінійні оператори	5
	1. Поняття лінійного оператора	5
2.	Контрольні роботи	20
	1. Матриці та визначники	10
	2. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні простори	10

3. Самостійні роботи		15
1	2	3
	Матриці та визначники (середня арифметична)	5
1.	Метод Гаусса	5
2.	Дії над матрицями	5
3.	Визначники	5
	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні простори (середня арифметична)	5
1.	Дослідження та розв'язування неоднорідних СЛАР	5
2.	Розв'язування однорідних СЛАР	5
3.	Лінійні простори	5
	Лінійні оператори	5
1.	Поняття лінійного оператора, дії над ними	5
4.	Підсумковий контроль	40
	Індивідуальне завдання	20
1.	Матриці та визначники	10
2.	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Лінійні простори	10
	Залік	20
РАЗОМ ЗА 1 СЕМЕСТР		100
2 семестр		
1.	Поточні тести	30
	Лінійні оператори. Евклідові простори (середня арифметична)	10
1.	Власні значення та власні вектори лінійного оператора	10
2.	Евклідові простори	10
	Лінійні оператори в евклідовому просторі (середня арифметична)	10
1.	Спряжені та самоспряжені оператори	10
2.	Ортогональні, унітарні та нормальні оператори	10
	Білінійні та квадратичні форми	10
1.	Білінійні та квадратичні форми	10
2.	Контрольні роботи	30
1.	Власні значення та власні вектори лінійного оператора	10
2.	Евклідові простори	10
3.	Білінійні та квадратичні форми	10
3.	Підсумковий контроль	40
	Індивідуальне завдання	20
1.	Лінійні оператори	10
2.	Квадратичні форми	10
	Екзамен	20
РАЗОМ ЗА 2 СЕМЕСТР		100

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. Курош А.Г. Курс высшей алгебры [Текст] / А.Г. Курош. – М.: Наука, 1975. – 325 с.
2. Ильин В.А. Линейная алгебра [Текст] / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М.: Наука, 1984. – 336 с.
3. Кострикин А.И. Введение в алгебру [Текст] / А.И. Кострикин. – М.: Наука, 1977.
4. Кострикин А.И. Линейная алгебра и геометрия [Текст] / А.И. Кострикин, Ю.И. Манин. – М.: Наука, 1986.
5. Александров П.С. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Текст] / П.С. Александров. – М.: Наука. 1979.
6. 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.
7. 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.
8. Фадеев Д.К. Сборник задач по высшей алгебре [Текст] / Д.К. Фадеев, И.С. Соминский. – М.: Наука, 1977.
9. Фадеев Д.К. Задачи по высшей алгебре [Текст] / Д.К. Фадеев, И.С. Соминский. – Санкт-Петербург, 2001.
10. Беклемишева Л.А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Текст] / Л.А. Беклемишева, А.Ю. Петрович, И.А. Чубаров. – М.: Наука, 1987.
11. Проскуряков И.В. Сборник задач по линейной алгебре [Текст] / Игорь Владимирович Проскуряков. – М.: Наука, 1974. – 384 с.

Додаткова

1. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре [Текст] / И.М. Гельфанд. – М.: Наука, 1971.
2. Скорняков Л.А. Элементы алгебры [Текст] / Л.А. Скорняков. – М.: Наука, 1980.
3. Григорьева Л.П. Методические указания к теме «Жорданова форма матрицы» [Текст] / Л.П. Григорьева, Н.Г. Романович. – Запорожье: ЗГУ, 1992.
4. Сборник задач по алгебре [Текст] / Под ред. А.И. Кострикина. – М.: Наука, 1987.

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
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
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
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
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
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
7. Зіновєєв І.В., Манько Н.І.-В., Спиця О.Г. Алгебра та геометрія: основи лінійної алгебри [Электронный ресурс] / Режим доступа: 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
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
10. Лаптев Г.Ф. Элементы векторного исчисления [Электронный ресурс] / Режим доступа: 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
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
13. Літнарлович Р.М. Аналітична геометрія. Лінійна алгебра [Электронный ресурс] / Режим доступа: 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
15. Мальцев А.И. Основы линейной алгебры [Электронный ресурс] / Режим доступа: 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

Погоджено _____

Навчальний відділ

«_____» _____