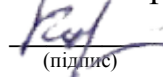


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Вищої математики та системного аналізу» (№ 405)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова проектної групи


(підпис)

О.В. Карташов
(ініціали та прізвище)

« 25 » червня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Лінійна алгебра та аналітична геометрія

(назва навчальної дисципліни)

Галузі знань: 11 «Математика та статистика»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 113 «Прикладна математика»
(код та найменування спеціальності)

Освітні програми: Обчислювальний інтелект
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма «Лінійна алгебра та аналітична геометрія»
(назва дисципліни)

для студентів спеціальності 113 «Прикладна математика та освітньої програми
«Обчислювальний інтелект».

«20» червня 2021 р., 16 с.

Розробник: Ніколаєв О.Г. завідувач кафедри вищої математики та системного
аналізу, д.ф.-м.н., професор

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри «вищої математики та
системного аналізу»

(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 25 » червня 2021 р.

Завідувач кафедри д.ф.-м.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

О.Г. Ніколаєв
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни денна форма навчання	
Кількість кредитів – 9	Галузь знань <u>11 «Математика та статистика»</u> (шифр та найменування) Спеціальності <u>113 «Прикладна математика».</u> (код та найменування) Освітні програми <u>Обчислювальний інтелект.</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Обов’язкова	
Кількість модулів – 4		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 7		2021/2022	
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 136/270		1-й	2-й
		Лекції ¹⁾	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5/4 годин (перший семестр), 4/4 години (другий семестр) самостійної роботи студента – 5 годин (перший семестр), 3,5 години (другий семестр)		32 годин	32 години
		Практичні, семінарські ¹⁾	
		40 години	32 години
		Лабораторні ¹⁾	
		_____ годин	
		Самостійна робота	
	78 годин	56 годин	
	Вид контролю		
	модульний контроль, іспит	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 136/134

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: засвоєння основних положень лінійної алгебри і аналітичної геометрії та застосування їх на практиці.

Завдання: відпрацювання основних понять, формул, теорем, методів та алгоритмів, а саме: поняття та операції векторної алгебри; рівняння ліній і поверхонь першого та другого порядків; матричне числення та методи розв'язання систем лінійних алгебричних рівнянь; теорію систем лінійних алгебричних рівнянь; теорію скінченновимірних лінійних просторів і лінійних операторів в них; канонічні форми матриць.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні закласти основи таких **компетентностей**:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2);
- здатність знати та розуміти предметну область і професійну діяльність (ЗК 4);
- здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово (ЗК 5);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 7);
- здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем (ФК 1);
- здатність формалізувати проблеми, описані природною мовою, у тому числі за допомогою математичних методів, застосовувати загальні підходи до математичного моделювання конкретних процесів (ФК 2).

Програмні результати навчання:

- знати і вміти застосовувати на практиці диференціальне та інтегральне числення, ряди та інтеграл Фур'є, векторну та лінійну алгебру, аналітичну геометрію та векторний аналіз, функціональний аналіз та дискретну математику в обсязі, необхідному для вирішення типових завдань системного аналізу (ПРН 1).

Для одержання програмних результатів навчання студент повинен знати:

- поняття та операції векторної алгебри;
- рівняння ліній і поверхонь першого та другого порядків;
- матричне числення та методи розв'язання систем лінійних алгебричних рівнянь;
- теорію систем лінійних алгебричних рівнянь;
- теорію скінченновимірних лінійних просторів і лінійних операторів в них;
- канонічні форми матриць;

вміти:

- виконувати операції векторної алгебри;
- складати рівняння прямих, площин, кривих та поверхонь другого порядку та проводити їх дослідження;
- виконувати дії з матрицями, знаходити ранг матриці, обернену та псевдообернену матриці;
- розв'язувати та досліджувати системи лінійних алгебраїчних рівнянь;
- визначати векторні простори, їх вимірності, базиси в них, виконувати перетворення базису;
- проводити ортогоналізацію системи елементів евклідового простору;
- знаходити матрицю лінійного оператора в заданому базисі та виконувати дії з лінійними операторами в координатній формі;
- знаходити власні значення та власні вектори лінійного оператора, приводити матрицю оператора простої структури до діагонального виду;
- виконувати тріангуляцію матриці;
- знаходити жорданову форму матриці;
- приводити квадратичну форму до канонічного виду та досліджувати її на знаковизначеність;
- визначати тип кривої та поверхні другого порядку, приводити загальні рівняння кривої та поверхні другого порядку до канонічного вигляду.

Міждисциплінарні зв'язки: є базою для вивчення дисциплін: «Диференціальні рівняння», «Методи обчислень», «Теорія ймовірності і математична статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Теорія випадкових процесів», «Рівняння математичної фізики», «Теорії керування», «Функціональний аналіз», «Системний аналіз».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Векторна алгебра, пряма та площина

Тема 1. Векторна алгебра

Поняття вектора. Колінеарність і компланарність векторів. Лінійні операції над векторами, їх властивості. Лінійна залежність і незалежність векторів. Базис і координати вектора. Декартові прямокутні координати вектора. Операції над векторами в координатній формі. Поділ відрізка у даному відношенні. Проекція вектора на вісь. Скалярний добуток векторів і його властивості. Умова ортогональності двох векторів. Паралельна та перпендикулярна складові вектора відносно іншого вектора. Напрямні косинуси вектора. Перетворення координат у просторі. Визначники другого і третього порядків та їх властивості. Орієнтація трійки векторів. Векторний добуток векторів і його геометричне тлумачення. Властивості векторного добутку. Мішаний добуток векторів, його геометричне тлумачення та властивості. Умова компланарності трьох векторів. Подвійний векторний добуток.

Тема 2. Рівняння прямої і площини

Пряма лінія на площині. Рівняння прямої: у векторній формі, з кутовим коефіцієнтом, в канонічному вигляді, через дві точки, в нормальному вигляді, у відрізках. Кут між прямими. Умови паралельності і перпендикулярності прямих. Рівняння площини: у векторній формі, через точку, загальне, у відрізках. Кут між площинами. Умови паралельності і перпендикулярності площин. Пряма у просторі. Рівняння прямої: у векторній формі, в параметричній формі, в канонічній формі, через дві точки, як результат перетину двох площин. Основні задачі на пряму та площину. Відстані між точкою і площиною, точкою і прямою, паралельними площинами, паралельними прямими, мимобіжними прямими.

Модульний контроль

Модуль 2

Змістовий модуль 2. Теорія матриць і лінійних систем

Тема 3. Елементи теорії матриць і теорії визначників

Матриці, типи матриць. Лінійні операції над матрицями. Добуток матриць та його властивості. Транспонування і спряження матриці, властивості. Переставлення. Визначники n -го порядку та їх властивості. Обчислення визначників. Обернена матриця. Ранг матриці. Теорема про базисний мінор. Властивості рангу матриці. Елементарні перетворення над рядками матриці. Ступенева матриця. Обчислення рангу.

Тема 4. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь

Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Еквівалентні системи. Правило Крамера. Матричний метод розв'язання систем рівнянь. Метод Гаусса. Загальна теорія лінійних систем. Теорема Кронекера-Капеллі. Властивості розв'язків

лінійних однорідних систем. Фундаментальна система розв'язків лінійної однорідної системи. Структура розв'язків лінійних однорідної та неоднорідної систем. Умова існування ненульового розв'язку квадратної однорідної системи лінійних рівнянь.

Модульний контроль

Модуль 3

Змістовий модуль 3. Лінійні простори та лінійні оператори

Тема 5. Лінійні простори

Аксіоми лінійного простору. Лінійна залежність і незалежність. Базиси, вимірність, координати. Координатний простір. Ізоморфізм лінійних просторів. Перетворення координат вектора при переході до нового базису. Лінійний підпростір. Лінійна оболонка. Базис підпростору. Евклідів координатний простір. Скалярний добуток векторів, властивості. Норма вектора, властивості. Ортонормовані системи векторів. Метод ортогоналізації. Ортогональні підпростори. Ортогональне доповнення до підпростору. Відстань вектора від підпростору.

Тема 6. Лінійні оператори

Лінійні оператори на лінійних просторах. Матриця лінійного оператора в заданому базисі та її зміна при переході до нового базису. Подібні матриці та їх властивості. Власні вектори і власні значення лінійного оператора. Базис з власних векторів. Оператори простої структури. Лінійні оператори в евклідовому просторі. Спряжений оператор. Ортогональні матриця та оператор, властивості. Симетричні матриця та оператор, властивості.

Модульний контроль

Модуль 4

Змістовий модуль 4. Лінійні оператори. Квадратичні форми. Криві та поверхні другого порядку

Тема 7. Квадратичні форми

Квадратичні форми. Матриця квадратичної форми та її змінення при переході до нового базису. Зведення квадратичної форми до канонічного вигляду. Додатно і від'ємно визначені квадратичні форми. Критерій визначеності квадратичної форми через власні значення її матриці. Теорема Сільвестра.

Тема 8. Криві та поверхні другого порядку

Алгебраїчні криві другого порядку: коло, еліпс, гіпербола, парабола та їх канонічні рівняння. Зведення загального рівняння кривої другого порядку до канонічного вигляду. Класифікація кривих другого порядку. Поверхні в просторі. Канонічні рівняння поверхонь. Класифікація поверхонь другого

порядку. Зведення до канонічного вигляду загальних рівнянь поверхонь другого порядку.

Змістовий модуль 5. Додаткові питання теорії матриць і лінійних систем

Тема 9. Додаткові питання теорії матриць і лінійних систем

Скелетний розклад матриці. Ядро та образ матриці. Співвідношення між ядрами та образами спряжених матриць. Теореми Фредгольма для лінійних систем. Псевдообернена матриця та її властивості. Нормальний розв'язок та псевдорозв'язок лінійної системи. Блокові матриці. Дії з блоковими матрицями. Теорема Шура про триангуляцію матриці та її наслідок. Жорданів базис лінійного оператора в векторному просторі. Теорема Жордана. Нільпотентна матриця і оператор та їх властивості. Матриця нільпотентного оператора в жордановому базисі. Теорема Гамільтона-Келі.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Семестр 1					
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Векторна алгебра, пряма та площина					
Тема 1. Векторна алгебра	58	14	14		30
Тема 2. Рівняння прямої і площини	26	4	8		14
Модульний контроль	2		2		
Разом за змістовним модулем 1	86	18	24		44
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Теорія матриць і лінійних систем					
Тема 3. Елементи теорії матриць	38	10	8		20
Тема 4. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь	24	4	6		14
Модульний контроль	2		2		
Разом за змістовним модулем 2	64	14	16		34
Разом у 1 семестрі	150	32	40		78
Семестр 2					
Модуль 3					
Змістовний модуль 3. Лінійні простори та лінійні оператори					
Тема 5. Лінійні простори	28	8	6		14
Тема 6. Лінійні оператори	26	8	6		12
Модульний контроль	2		2		
Разом за змістовним модулем 3	56	16	14		26
Змістовний модуль 4. Квадратичні форми. Криві та поверхні другого порядку					
Тема 7. Квадратичні форми	8	2	2		4

Тема 8. Криві та поверхні другого порядку	22	5	6		11
Разом за змістовним модулем 4	30	7	8		15
Змістовний модуль 5. Додаткові питання теорії матриць і лінійних систем					
Тема 9. Додаткові питання теорії матриць і лінійних систем	32	9	8	-	15
Модульний контроль	2		2		
Разом за змістовним модулем 5	34	9	10		15
Разом у 2 семестрі	120	32	32		56
Усього годин	270	64	72		134

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Семестр 1		
1-4	Лінійні операції над векторами, їх властивості. Лінійна залежність і незалежність векторів. Базис і координати вектора. Лінійні операції в координатній формі. Поділ відрізка у даному відношенні.	8
5	Скалярний добуток векторів і його властивості. Проекція вектора на вісь.	2
6-7	Визначники другого і третього порядків. Правило Крамера. Векторний добуток векторів і його властивості. Мішаний добуток векторів і його властивості.	4
8	Пряма на площині. Рівняння прямої. Кут між прямими. Умови паралельності і перпендикулярності.	2
9-10	Площина. Рівняння площини. Кут між площинами. Паралельність і перпендикулярність площин. Пряма у просторі. Рівняння прямої. Кут між прямими. Паралельність і перпендикулярність прямих.	4
11	Відстані між лінійними геометричними об'єктами.	2
12	Модульний контроль	2
13	Лінійні операції над матрицями. Добуток матриць і його властивості.	2
14	Методи обчислення визначників n-го порядку.	2
15-16	Методи обчислення оберненої матриці. Ранг матриці і методи його обчислення.	4

17	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Матричний метод розв'язування систем.	2
18-19	Дослідження довільних систем лінійних алгебраїчних рівнянь за допомогою теореми Кронекера-Капеллі. Метод Гауса.	4
20	Модульний контроль	2
Семестр 2		
1	Лінійна залежність і незалежність. Базиси і вимірність лінійного простору. Лінійні операції в координатах. Перетворення координат вектора при переході до нового базису.	2
2	Евклідів простір. Скалярний добуток векторів. Норма вектора. Ортонормовані системи векторів. Метод ортогоналізації.	2
3	Підпростори. Лінійна оболонка системи векторів, базис в неї. Ортогональні підпростори. Ортогональне доповнення до підпростору. Ортогональні суми підпросторів.	2
4	Лінійні оператори. Матриця лінійного оператора в заданому базисі та її перетворення при зміні базису.	2
5	Власні вектори і власні значення лінійного оператора. Перетворення матриць простої структури до діагонального виду.	2
6	Симетричний оператор. Побудова ортонормованих базисів з власних векторів симетричного оператора.	2
7	Модульний контроль	2
8	Зведення квадратичної форми до канонічного вигляду ортогональним перетворенням. Знаковизначені квадратичні форми.	2
9	Алгебраїчні криві другого порядку. Обчислення основних параметрів кривих другого порядку.	2
10	Зведення загального рівняння кривої другого порядку до канонічного вигляду. Побудова кривих другого порядку.	2
11	Канонічні рівняння поверхонь другого порядку. Зведення до канонічного вигляду загальних рівнянь поверхні другого порядку.	2
12	Скелетний розклад матриці. Ядро і образ матриці. Співвідношення між ядрами і образами спряжених матриць. Теорема Фредгольма про розв'язність лінійних систем.	2
13	Нормальний розв'язок та псевдорозв'язок лінійної системи. Псевдообернена матриця.	2
14	Теорема Шура про унітарну тріангуляцію матриці, її наслідок.	2
15	Жорданова нормальна форма матриці.	2

16	Модульний контроль	2
	Разом	72

Примітка: Згідно з графіком навчального процесу додатковий час практичних занять попадає на сесійний тиждень, тому в таблиці його не наведено

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Векторна алгебра. (Тема 1)	30
2	Рівняння прямої і площини. (Тема 2)	14
3	Елементи теорії матриць. (Тема 3)	20
4	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь. (Тема 4)	14
5	Лінійні простори. (Тема 5)	14
6	Лінійні оператори. (Тема 6)	12
7	Квадратичні форми. (Тема 7)	4
8	Криві та поверхні другого порядку. (Тема 8)	11
9	Додаткові питання теорії матриць і лінійних систем. (Тема 9)	15
	Разом	134

9. Індивідуальна робота

№ з/п	Назва теми
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Векторна алгебра. Пряма і площина. Матриці. Лінійні системи»

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Семестр 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	9	0...4,5
Робота на практичних заняттях	0...2,5	11	0...27,5
Самостійна робота	0...1	9	0...9
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Робота на практичних заняттях	0...2,5	6	0...15
Самостійна робота	0...1	6	0...6
Виконання та захист розрахункової роботи	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Усього в семестрі (*)			123,5
Семестр 2			
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Робота на практичних заняттях	0...2,5	6	0...15
Самостійна робота	0...1	6	0...6
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...0,5	3,5	0...1,75
Робота на практичних заняттях	0...2,5	4	0...10
Самостійна робота	0...1	3	0...3
Змістовний модуль 5			
Робота на лекціях	0...0,5	4,5	0...2,25
Робота на практичних заняттях	0...2,5	4	0...10
Самостійна робота	0...1	4	0...4
Модульний контроль	0...24	1	0...24
Усього в семестрі (*)			104

(*) Якщо кількість модульних балів у студента перевищує 100, то в якості підсумкової оцінки виставляється 100 балів.

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з п'яти питань (двох теоретичних і трьох практичних). За кожне питання студент може одержати максимальну суму балів - 20.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Семестр 1

Задовільно (60-74). Оцінка ставиться, якщо студент знає загальні поняття векторної алгебри; знає означення і властивості операції над векторами; може перевірити вектори на лінійну залежність або незалежність, може записати рівняння прямої на площині та у просторі, рівняння площини, може дослідити лінійну систему та знайти її загальний розв'язок; знає правило множення матриць, і алгоритм знаходження оберненої матриці, може обчислити ранг матриці.

Добре (75-89). Оцінка ставиться, якщо студент, вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення (властивості операцій над векторами, матрицями, визначникам).

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Задачі білету розв'язані та мають пояснення до кожного етапу розв'язання. Студент вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації.

Семестр 2

Задовільно (60-74). Оцінка ставиться, якщо студент знає загальні поняття теорії векторних просторів і лінійних операторів в них, вміє знаходити власні значення і власні вектори лінійних операторів, приводити матрицю оператора простої структури до діагонального вигляду, вміє приводити квадратичні форми, криві і поверхні другого порядку до канонічного вигляду, може знайти скелетний розклад матриці.

Добре (75-89). Оцінка ставиться, якщо студент може знайти скелетний розклад матриці, дослідити розв'язність лінійної системи за допомогою теореми Фредгольма, знайти псевдорозв'язок лінійної системи або псевдообернену матрицю до даною матриці, вільно володіє логіко-понятійним апаратом курсу, може обґрунтувати основні його положення (теореми Сільвестра, Фредгольма, Шура, Жордана), вміє досліджувати і перетворювати матриці і лінійні системи, знає основні означення алгебраїчних структур і може їх проілюструвати на прикладах, вміє розв'язувати задачі курсу.

Відмінно (90-100). Оцінка ставиться, якщо студент, має стійкі системні знання з дисципліни, уміє їх обґрунтовувати, узагальнювати та продуктивно їх використовує на творчому рівні. Задачі білету розв'язані та мають пояснення до кожного етапу розв'язання. Студент вільно володіє понятійним апаратом, уміє логічно мислити, аналізувати нестандартні ситуації.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Протягом семестру студент отримує бали за накопичувальною системою згідно з таблицею наведеною в п. 12.1. Дано деякі пояснення до таблиці.

Робота на лекції – активна форма засвоєння матеріалу курсу: 0,5 бала ставиться за продумані питання, які студент задає лектору, участь в обговоренні предмета лекції, відповіді на питання, які по ходу лекції задає викладач. Активність студента може заохочуватися додатковими коефіцієнтами, які множаться на 0,5 бала.

Робота на практичному занятті оцінюється так: 1,5 бала за захист виконаного домашнього завдання, 2 бали за самостійно розв'язану задачу або 1 бал за розв'язану задачу за допомогою викладача, 2 бали за обґрунтовану відповідь на теоретичне питання з доведенням основних положень біля дошки.

Самостійна робота – 1 бал ставиться студенту за виконання домашнього завдання разом з його захистом в поза аудиторний час.

Індивідуальне завдання включає виконання та захист розрахункової роботи, яка складається з 5 задач за темами, означеними в назві роботи. За кожну задачу можна одержати максимально 2 бали.

Модульний контроль проводиться два рази на семестр на 8 і 16 тижнях на практичних заняттях. Білет для модульного контролю включає 4 питання (два теоретичних і два практичних). За відповідь на одне питання студент може отримати максимально 6 балів. Критерії оцінювання у відсотковому відношенні відповідають якісним критеріям з п. 12.2.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, які видані в університеті.:

1. Ніколаєв О.Г. Алгебра і геометрія: підручник. Харків: ХАІ, 2017.
2. Ніколаєв О.Г. Аналітична геометрія та лінійна алгебра. Навч. посібник для ВНЗ. - Харків, "Основа", 2000.
3. Брисіна І. В. та ін. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах. Кн. 1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Диференціальне числення функцій однієї та декількох змінних: Навч. посібник для ВНЗ. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
4. Робочий зошит з лінійної алгебри та аналітичної геометрії. Харків, ХАІ, 1997.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни: [//library.khai.edu](http://library.khai.edu). Комплекс включає в себе такі обов’язкові складові:

- робоча програма дисципліни;
- конспект лекцій, підручники (навчальні посібники), в тому числі в електронному вигляді, які за змістом повністю відповідають робочій програмі дисципліни;
- методичні вказівки та рекомендації для виконання розрахункових та практичних робіт, а також рекомендації для самостійної підготовки;
- тематики індивідуальних завдань;
- приклади розв’язування типових задач чи виконання типових завдань;
- питання для контрольних заходів;

14. Рекомендована література

Базова

1. Ніколаєв О.Г. Алгебра і геометрія: підручник. Харків: ХАІ, 2017.
2. Ніколаєв О.Г. Аналітична геометрія та лінійна алгебра. Навч. посібник для ВНЗ. - Харків, "Основа", 2000.
3. Брисіна І. В. та ін. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах. Кн. 1. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Диференціальне числення функцій однієї та декількох змінних: Навч. посібник для ВНЗ. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
4. Робочий зошит з лінійної алгебри та аналітичної геометрії. Харків, ХАІ, 1997.
5. Боднарчук Ю.В., Олійник Б.В. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Навч. посібник. – Київ: Києво-Могилянська академія, 2009.
6. Рудавський Ю. К. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: Навч. посібник. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 1999.

Допоміжна

1. Биркгоф Г. Современная прикладная алгебра. – СПб., М.: Лань, 2005.
2. Бутузов В. Ф. Линейная алгебра в вопросах и задачах. – М.: Физматлит, 2002.

3. Винберг Э.Б. Курс алгебры. – М.: Изд-во «Факториал Пресс», 2001.
4. Глухов М. М. Алгебра: Учебник. В 2-х т. Т. I. – М.: Гелиос АРВ, 2003.
5. Глухов М. М. Алгебра: Учебник. В 2-х т. Т. II. – М.: Гелиос АРВ, 2003.
6. Кожухов И. Б. Общая алгебра: Учебное пособие. – М.: МИЭТ, 2009.
7. Кострикин А. И. Введение в алгебру. Ч. 1. Основы алгебры. – М.: Физматлит, 2004.
8. Кострикин А. И. Введение в алгебру. Ч. 2. Линейная алгебра. – М.: Физматлит, 2000.
9. Прасолов В. В. Задачи и теоремы линейной алгебры. – М.: МЦНМО, 2015.
10. Проскуряков И. В. Сборник задач по линейной алгебре. – М.: БИНОМ, 2005.
11. Goodman F. Algebra abstract and concrete. – Iowa City: Semisimple Press, 2006.
12. Lidl R. Applied abstract algebra. – New-York: Springer-Verlag, 1998.

15. Інформаційні ресурси

Сайт бібліотеки Національного аерокосмічного університету
ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» <https://library.khai.edu>.