

## Линейная алгебра и геометрия

Программа курса, 2026, версия от 23.03.2026 (коллоквиум)

1. Векторные пространства. Подпространства. Линейная зависимость и линейные комбинации векторов. Ранг системы векторов. Основная лемма о линейной зависимости.
2. Базис конечномерного пространства. Размерность конечномерного пространства.
3. Координаты векторов. Изоморфизм векторных пространств. Арифметическое векторное пространство.
4. Матрица перехода. Свойства матрицы перехода. Параметрические уравнения подпространства.
5. Сумма и пересечение подпространств. Прямая сумма. Формула Грассмана.
6. Прямая сумма нескольких подпространств
7. Сопряжённое пространство. Взаимный базис. Преобразование координат в сопряжённом пространстве.
8. Естественный изоморфизм между  $V$  и  $V^{**}$ .
9. Аннулятор и нуль-пространство. Функционалы и подпространства.
10. Линейные отображения. Матрица линейного отображения. Преобразование матрицы линейного отображения при замене базисов.
11. Ядро и образ линейного отображения.
12. Линейные операторы. Матрица линейного оператора. Алгебра линейных операторов.
13. Инвариантные подпространства. Разложение оператора в сумму операторов. Разложение оператора с аннулирующим многочленом в прямую сумму.
14. Собственные векторы. Характеристический многочлен. Собственные подпространства.
15. Алгебраическая и геометрическая кратность собственного значения. Диагонализируемые операторы.
16. Теорема Гамильтона–Кэли
17. Нильпотентные операторы. Существование жорданова базис для нильпотентного оператора. Характеристический многочлен нильпотентного оператора.
18. Единственность жорданова базис для нильпотентного оператора.
19. Разложение оператора в прямую сумму нильпотентного и невырожденного оператора.
20. Корневые векторы и подпространства.
21. Жорданова форма оператора
22. Комплексификация и о вещественности пространств и линейных отображений.
23. Инвариантные двухмерные подпространства вещественного оператора.
24. Билинейные функции. Корреляции и ядра. Матрица билинейной функции. Невырожденные билинейные функции.
25. Симметричные и кососимметричные билинейные функции. Теорема Лагранжа. Канонический и симплектический базис.
26. Квадратичные формы. Поляризация.

27. Метод Лагранжа.
28. Метод Якоби.
29. Квадратичные формы над  $\mathbb{R}$  и над  $\mathbb{C}$ . Нормальная форма. Индексы инерции.
30. Положительно определённые билинейные функции. Критерий Сильвестра.
31. Полуторалинейные функции. Эрмитовы полуторалинейные функции. Эрмитовы квадратичные функции.