

Министерство просвещения Российской Федерации
Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики
Кафедра естественных наук и физико-математического образования

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.01 ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА**

Уровень высшего образования
Направление подготовки

Профили подготовки
Форма обучения

Бакалавриат
44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)
Математика и информатика
Очная

Нижний Тагил
2021

Рабочая программа дисциплины «Линейная Алгебра». Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «РГППУ», Нижний Тагил, 2021. – 12 с.

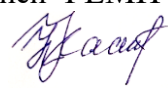
Настоящая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Автор: кандидат пед. наук, доцент кафедры ЕНФМ  Т. Ю. Паршина

Одобрена на заседании кафедры ЕНФМ 18 марта 2021 г., протокол №7

Заведующий кафедрой ЕНФМ  О.В. Полявина

Рекомендована к печати методической комиссией ФЕМИ 02 апреля 2021 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии ФЕМИ  Н.З. Касимова

© Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2021.

© Паршина Тамара Юрьевна, 2021.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Результаты освоения дисциплины.....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы.....	5
4.2. Учебно-тематический план	6
4.3. Содержание дисциплины.....	6
5. Образовательные технологии.....	7
6. Учебно-методические материалы.....	7
6.1. Организация самостоятельной работы студентов	7
6.2. Организация текущего контроля и промежуточной аттестации	9
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	12
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	12

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование профессиональных и специальных компетенций на основе обучения студентов основам линейной алгебры и аналитической геометрии.

Задачи:

1. Сформировать у студентов умения использовать аппарат матриц для решения стандартных задач линейной алгебры;
2. Сформировать у студентов умения использовать аппарат векторной алгебры для решения стандартных задач аналитической геометрии;
3. Сформировать у студентов представления о кривых второго порядка и поверхностях второго порядка;
4. Сформировать у студентов умения применять изученную теорию к доказательству теорем и решению задач, в том числе задач школьного курса математики; показать роль различных приемов и методов решения задач на вычисление, доказательство и построение.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Линейная алгебра» является частью учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Математика» и «Информатика». Дисциплина Б1.В.01.01 «Линейная алгебра» включена в Блок Б.1 «Дисциплины (модули)» и является составной частью раздела «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» модуля Б1.В.01 «Математика». Дисциплина реализуется в НТГСПИ на кафедре естественных наук и физико-математического образования.

Данная дисциплина логически связана с дисциплинами профилей «Математика» и «Информатика» (аналитическая геометрия, математический анализ, элементарная математика, теория вероятностей и математическая статистика, общий курс физики), которые изучаются на первом – четвёртом курсах. Дисциплина содержит темы, необходимые для успешного изучения общего курса физики, помогает глубже осваивать темы элементарной математики, касающиеся алгебры и геометрии.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование и развитие следующих компетенций:

Таблица № 1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК 1.1. Знает основные источники и методы поиска информации, необходимой для решения поставленных задач
	ИУК 1.2. Умеет осуществлять поиск информации для решения поставленных задач, применять методы критического анализа и синтеза информации
	ИУК 1.3. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций и оценок; применяет методы системного подхода для решения поставленных задач
ПК7. Способен формировать у обучающихся умения моделировать объекты и процессы окружающей реальности и пользоваться заданной математической или	ИПК 7.1. Знает понятие «модель», виды и свойства моделей; имеет представление о моделировании и его основных этапах.
	ИПК 7.2. Умеет обучать описывать и формализовать предметную область, строить математические и информационные модели процессов окружающей среды, в том числе и с использованием ИКТ.

информационной моделью.	ИПК 7.3. Подготовлен к построению математических моделей в различных предметных областях и реализации их с использованием ИКТ.
ПК8. Способен формировать у обучающихся конкретные знания, умения и навыки в области математики и информатики.	ИПК 8.1. Знает основные математические понятия и основы теоретической информатики, связи между ними и возможности использования при решении математических задач.
	ИПК 8.2. Умеет решать типовые математические задачи и обучать методам их решения.
	8.3. Умеет решать типовые задачи по информатике и программированию и обучать методам их решения.
	ИПК 8.4. Подготовлен решать задачи разного уровня сложности по математике и информатике, определяя их место в школьном курсе.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

31. Виды систем линейных уравнений, способы их решения, критерий совместности систем.

32. Определитель квадратной матрицы и его свойства.

33. Свойства комплексных чисел.

Уметь:

У1. Решать системы линейных уравнений: методом Гаусса, методом Крамера, матричным методом.

У2. Вычислять определители: по определению, сводя к треугольному виду, раскладывая по строке (столбцу).

У3. Вычислять ранг матрицы.

У4. Находить матрицу, обратную данной.

У5. Выполнять сложение и умножение матриц.

У6. Выполнять арифметические действия над комплексными числами, изображать комплексные числа на плоскости.

Владеть:

В1. Приёмами вычисления определителей квадратных матриц.

В2. Навыками применения аппарата матриц и систем линейных уравнений для решения прикладных задач, в том числе задач аналитической геометрии.

В3. Приёмами самоорганизации и умениями самоконтроля учебной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице № 1.

Таблица № 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	Очная
	1 курс, 1 семестр
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108
Контактная работа, в том числе:	38
Лекции	14
Практические занятия	24
Самостоятельная работа, в том числе:	34

Изучение теоретического курса	20
Самоподготовка к текущему контролю знаний	14
Подготовка к экзамену	36

4.2. Учебно-тематический план

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего часов	Контактная работа		Сам. работа	Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Практич. занятия		
1 курс, 1 семестр					
Векторные пространства.	10	2	2	6	Решение задач у доски, мини-зачёт по теоремам
Линейная зависимость и независимость систем векторов	12	2	4	6	Решение задач у доски, мини-зачёт по теоремам
Алгебра матриц. Ранг матрицы.	12	2	4	6	Решение задач у доски, аудиторная проверочная практическая работа
Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.	12	2	6	4	Решение задач у доски, аудиторная проверочная практическая работа
Определитель квадратной матрицы.	14	4	4	6	Решение задач у доски, домашняя контрольная работа
Приложения определителей.	12	2	4	6	Решение задач у доски, домашняя контрольная работа
Подготовка к экзамену	36			36	Ответ на экзамене
Всего за семестр	108	14	24	70	

4.3. Содержание дисциплины

Лекционный курс (14 часов)**Лекция 1. Векторные пространства. (2 часа)**

Определение векторного пространства и его простейшие свойства. Примеры векторных пространств. Понятие арифметического векторного пространства.

Лекция 2. Линейная зависимость и независимость систем векторов. (2 часа)

Свойства линейной зависимости и независимости систем векторов. Базис и ранг системы векторов. Существование базиса у конечной ненулевой системы векторов.

Лекция 3. Алгебра матриц. Ранг матрицы. (2 часа)

Понятие матрицы, её размер. Действия над матрицами. Пространство матриц. Умножение матриц. Свойства операций. Ступенчатая матрица. Ранг матрицы, алгоритм вычисления ранга матрицы.

Лекция 4. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса. (2 часа)

Линейное уравнение, виды линейных уравнений, решение линейного уравнения. Система линейных уравнений, решение системы линейных уравнений. Равносильные системы. Совместные, несовместные, определённые, неопределённые системы линейных уравнений. Элементарные преобразования систем линейных уравнений. Сведение системы линейных уравнений к ступенчатому виду и решение ступенчатой системы. Критерий совместности систем. Пространство решений системы однородных линейных уравнений и его базис.

Лекция 5-6. Определитель квадратной матрицы. (4 часа)

Квадратная матрица, свойства квадратных матриц. Обратимая и обратная матрица. Условие обратимости матрицы. Нахождение обратной матрицы с помощью элементарных преобразований. Перестановки; подстановки; чётность подстановки и различные способы её вычисления. Определитель квадратной матрицы и его свойства. Миноры и алгебраические дополнения, разложение определителя по строке (столбцу).

Лекция 7. Приложения определителей. (2 часа)

Матрица, присоединенная к данной; её свойство. Нахождение обратной матрицы с помощью присоединенной. Правило Крамера для решения систем линейных уравнений. Матричный метод решения систем линейных уравнений.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Процесс обучения дисциплине «Линейная алгебра» рекомендуется строить с опорой на традиционный подход, при котором на лекционных занятиях закладываются основы теоретических знаний по дисциплине, а на практических занятиях ведется работа по усвоению теории и приобретению практических умений и навыков решения типичных задач.

С целью формирования у студентов компетенций, предусмотренных программой, следует применять следующие технологии:

- практикум с использованием практико-ориентированных задач;
- технологию деятельностного подхода;
- обучение в сотрудничестве.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

6.1. Организация самостоятельной работы студентов

Тема 1. Векторные пространства. (2 ауд+6 самостоятельной работы).

Задание. Изучить основные вопросы теории:

1. Аксиомы векторного пространства.
2. Примеры популярных векторных пространств.
3. Доказать, что R^n действительное векторное пространство.
4. Подготовиться к зачёту по теории.

Решить задачи. На проверку является ли множество векторным пространством. Доказать основные свойства векторных пространств.

Вычислить линейную комбинацию арифметических векторов.

Литература для подготовки к практическому занятию:

1. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с.
2. Постников М. М. Линейная алгебра. Изд-во: «Лань», 2009. — 400 с.

Тема 2. Линейная зависимость и независимость систем векторов. (4 ауд+6 самостоятельной работы).

Задание. Изучить основные вопросы теории:

1. Определение линейно зависимой и линейно независимой системы векторов.
2. Простейшие свойства линейной зависимости и независимости.
3. Определение базиса и ранга системы векторов.
4. Подготовиться к зачёту по теории.

Решить задачи.

Установить линейную зависимость (независимость) системы арифметических векторов. Вычислить линейную комбинацию арифметических векторов. Найти все базисы некоторой системы арифметических векторов.

Литература для подготовки к практическому занятию:

1. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с.
2. Постников М. М. Линейная алгебра. Изд-во: «Лань», 2009. — 400 с.

3. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] : [полный курс] / Д. Т. Письменный. — 9-е изд. — Москва : Айрис Пресс, 2009, 2010. — 602 с.

Тема 3. Алгебра матриц. Ранг матрицы. (4ауд.+6самостоятельной работы)

Задание. Изучить основные вопросы теории:

1. Определение арифметических действий над матрицами.
2. Свойства операций над матрицами.
3. Алгоритм нахождения ранга матрицы, что показывает ранг матрицы.
4. Подготовиться к проверочной работе по решению задач.

Решить задачи на выполнение действий над матрицами, вычисления ранга матрицы, нахождения базиса в системе строк матрицы.

Литература для подготовки к практическому занятию:

1. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с.
2. Мальцев А. И. Основы линейной алгебры : учебник / А. И. Мальцев. — Изд. 5-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. — 470 с.
3. Постников М. М. Линейная алгебра. Изд-во: «Лань», 2009. — 400 с.
4. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] : [полный курс] / Д. Т. Письменный. — 9-е изд. — Москва : Айрис Пресс, 2009, 2010. — 602 с.

Тема 4. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса. (6ауд.+4 самостоятельной работы)

Задание. Повторить основные вопросы теории:

1. Перечислить элементарные преобразования уравнений.
2. Доказать, что элементарные преобразования уравнений сохраняют равносильность систем линейных уравнений.
3. Критерий совместности системы линейных уравнений.
4. Подготовиться к проверочной работе по решению задач.

Решить задачи нахождения решения системы линейных уравнений методом Гаусса (все возможные случаи), системы с параметром, приложения систем к решению разнообразных задач алгебры и геометрии.

Литература для подготовки к практическому занятию:

1. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с.
2. Мальцев А. И. Основы линейной алгебры : учебник / А. И. Мальцев. — Изд. 5-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. — 470 с.
3. Постников М. М. Линейная алгебра. Изд-во: «Лань», 2009. — 400 с.
4. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] : [полный курс] / Д. Т. Письменный. — 9-е изд. — Москва : Айрис Пресс, 2009, 2010. — 602 с.

Тема 5. Определитель квадратной матрицы. (4 ауд.+6 самостоятельной работы).

Задание.

1. Повторить классическое определение определителя матрицы
2. Доказать свойства определителя квадратной матрицы.
3. Повторить определение минора и алгебраического дополнения, доказать их свойства.
4. Выполнить домашнюю контрольную работу.

Решить задачи.

Получить формулы для вычисления определителя матрицы второго и третьего порядка. Вычислить определитель, исходя из определения, и опираясь на свойства.

Литература для подготовки к практическому занятию:

1. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с.
2. Мальцев А. И. Основы линейной алгебры : учебник / А. И. Мальцев. — Изд. 5-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. — 470 с.
3. Постников М. М. Линейная алгебра. Изд-во: «Лань», 2009. — 400 с.
4. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] : [полный курс] / Д. Т. Письменный. — 9-е изд. — Москва : Айрис Пресс, 2009, 2010. — 602 с.

Тема 6. Приложения определителей. (4ауд.+6 самостоятельной работы)

Задание. Изучить основные вопросы теории:

1. Приложение определителей для обращения матрицы, решения системы линейных уравнений, установления линейной зависимости (независимости) системы арифметических векторов.
2. Выучить вывод формулы для вычисления обратной матрицы, формул Крамера.
3. Выполнить домашнюю контрольную работу.

Решить задачи.

Типовые задачи на приложения определителей.

Литература для подготовки к практическому занятию:

1. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с.
2. Мальцев А. И. Основы линейной алгебры : учебник / А. И. Мальцев. — Изд. 5-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. — 470 с.
3. Постников М. М. Линейная алгебра. Изд-во: «Лань», 2009. — 400 с.

6.2. Организация текущего контроля и промежуточной аттестации

Проверка усвоения знаний ведется на практических занятиях в письменной форме (опросы по теории) и устной форме в ходе решения задач у доски.

Примерный вариант аудиторной проверочной работы

1. Исследовать и решить систему

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 9x_4 + 6x_5 = 0 \\ 8x_1 + 9x_2 + 5x_3 + 6x_4 + x_5 = 0 \\ 8x_1 + 3x_2 + 7x_3 + 30x_4 + 15x_5 = 0 \\ 6x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 7x_4 + 5x_5 = 0. \end{cases}$$

2. Найти общее решение и фундаментальную систему решений

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 9x_4 + 6x_5 = 0 \\ 8x_1 + 9x_2 + 5x_3 + 6x_4 + x_5 = 0 \\ 8x_1 + 3x_2 + 7x_3 + 30x_4 + 15x_5 = 0 \\ 6x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 7x_4 + 5x_5 = 0. \end{cases}$$

3. Найти ранг матрицы.

$$\begin{pmatrix} b & 2 & 2 & 2 \\ 2 & b & 2 & 2 \\ 2 & 2 & b & 2 \\ 2 & 2 & 2 & b \end{pmatrix}.$$

Примерный вариант домашней контрольной работы

1. Выписать слагаемое определителя $\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 8 & 7 & 6 & 5 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{vmatrix}$, порождённое подстановкой $\tau = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}$.

2. Разложить определитель $\begin{vmatrix} 3 & 2 & -1 & -2 \\ a & b & c & d \\ -1 & 2 & 3 & -2 \\ -2 & 3 & 2 & -1 \end{vmatrix}$ по элементам второй строки.

3. Решить систему, используя правило Крамера.

4. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \end{vmatrix}$.

5. Найти матрицу, обратную, используя присоединённую матрицу.

Промежуточная аттестация по данной дисциплине проводится в форме экзамена.

Вопросы теории к экзамену

1. Векторные пространства. Простейшие свойства.
2. Примеры векторных пространств.
3. Подпространство. Примеры, свойство, признак.
4. Линейно зависимые и независимые системы векторов. Свойства.
5. Базис конечной ненулевой системы векторов, его существование.
6. Ранг матрицы. Правило вычисления ранга матрицы.
7. Системы линейных уравнений: основные понятия. Сведение системы к ступенчатому виду. Решение ступенчатых систем.
8. Критерий совместимости систем линейных уравнений.
9. Подстановки степени n . Чётность подстановки и способы её вычисления.
10. Определитель квадратной матрицы: определение и основные свойства.
11. Миноры, алгебраические дополнения. Разложение определителя по строке или столбцу.
12. Присоединённая матрица, её свойство. Нахождение обратной матрицы с помощью присоединённой.
13. Правило Крамера. Обратная матрица. Применение к решению систем линейных уравнений.

Примерные задачи для экзамена

1. Выяснить вопрос о линейной зависимости системы векторов пространства R^4 :

$$a_1 = (1; -1; 1; -1), \quad a_2 = (1; 0; 1; 0), \quad a_3 = (1; -3; 1; -3).$$

2. Исследуйте и решите систему уравнений .

3. Найдите общее решение и фундаментальную систему решений для системы однородных линейных уравнений

4. Найдите ранг матрицы .

$$\begin{vmatrix} 3 & 2 & -1 & -2 \\ a & b & c & d \\ -1 & 2 & 3 & -2 \\ -2 & 3 & 2 & -1 \end{vmatrix}$$

5. Разложить определитель по элементам второй строки.

6. Решить систему , используя правило Крамера.

$$\begin{vmatrix} 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \end{vmatrix}$$

7. Вычислить определитель

8. Найти матрицу, обратную , используя присоединённую матрицу.

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 8 & 7 & 6 & 5 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{vmatrix}$$

9 Выписать слагаемое определителя , порождённое подстановкой

$$\tau = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}.$$

Билет экзамена содержит два теоретических вопроса и две задачи.

За ответ на экзамене ставится оценка:

«отлично» – если студент отвечает полностью на все вопросы, и его ответ содержит не более двух недочётов;

«хорошо» – если студент отвечает в целом на теоретические вопросы и решает задачи «наполовину»;

«удовлетворительно» – если студент отвечает полностью на один теоретический вопрос и решает одну задачу;

«неудовлетворительно» – во всех остальных случаях.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2013. — 432 с. / Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/30198/#1>
2. Курош А. Г. Курс высшей алгебры: Учебник /А. Г. Курош. — СПб. : Лань, 2005. — 431 с.
3. Постников М. М. Аналитическая геометрия [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 416 с. / Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/318>
4. Постников М. М. Линейная алгебра. Изд-во: «Лань», 2009. — 400 с. / Режим доступа http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=319

Дополнительная литература

1. Мальцев А. И. Основы линейной алгебры : учебник / А. И. Мальцев. — Изд. 5-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009. — 470 с.
2. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] : [полный курс] / Д. Т. Письменный. — 9-е изд. — Москва : Айрис Пресс, 2009, 2010. — 602 с.
3. Цубербиллер О. Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 336 с. / Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/430>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета Московского государственного университета <http://lib.mexmat.ru/books/34>

Проскуряков И. В. Сборник задач по линейной алгебре: Учебное пособие. 13-е изд. Стер. / И. В. Проскуряков. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 480 с. Ссылка для скачивания:

<http://www.studfiles.ru/preview/5735555/>

http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/560.pdf

Цубербиллер О. Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии. 31-е изд., стер. — СПб., 2003. — 336с. Ссылка для скачивания: <http://bookfi.net/book/440799>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционная аудитория – 211 А.
2. Доска, мел.
3. Мультимедиа-проектор.