

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Центр бакалавриата Экономика



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Линейная алгебра Б1.Б.16

Направление подготовки: 38.03.01 - Экономика

Профиль подготовки: Бухгалтерский учет, анализ и аудит

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: на базе СПО

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Махмутова Д.И.

**Рецензент(ы):**

Воронцова В.Л.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Исмагилов И. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института управления, экономики и финансов (центр бакалавриата: экономика):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 950012116

Казань  
2016

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Махмутова Д.И. Кафедра общей математики отделение математики , DilMahmutova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Преподавание курса "Линейная алгебра" имеет цель - дать современное представление о линейной алгебре и методах оптимизации и управления, применяемых при изучении процессов, протекающих в экономике, финансах и бизнесе.

К задачам дисциплины относятся:

- обучение студентов основам линейной алгебры и математического программирования, используемым при решении теоретических и практических задач в области экономики, финансов и бизнеса;
- развитие навыков в применении математического аппарата - важного инструмента экономического анализа, организации и управления;
- развитие у студентов логического и аналитического мышления.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.16 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 38.03.01 Экономика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Изучению дисциплины "Линейная алгебра" предшествует изучение школьных курсов математики и информатики, дисциплин "Математический анализ" и "Теория вероятностей и математическая статистика" в вузе.

Дисциплина "Линейная алгебра" необходима для овладения теоретическими и практическими знаниями, лежащими в основе общенаучных дисциплин экономического профиля, а также курсов, изучающих конкретные задачи микро- и макроэкономики, финансов и бизнеса. Знания, полученные при изучении дисциплины "Линейная алгебра", могут быть использованы при изучении курсов "Экономико-математические модели", "Теория игр", "Стратегическое планирование" и др.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	- способность осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	- способность выбирать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	- способность находить организационно-управленческие решения в профессиональной деятельности и готовностью нести за них ответственность
ПК-10 (профессиональные компетенции)	- способность использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	- способность выполнять необходимые для составления экономических разделов планов расчеты, обосновывать их и представлять результаты работы в соответствии с принятыми в организации стандартами
ПК-8 (профессиональные компетенции)	- способность использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основы линейной алгебры, необходимые для постановки, математического моделирования и решения экономических задач;

2. должен уметь:

- формулировать постановку задачи и выбирать алгоритм ее решения;
- составлять экономико-математические модели,
- применять методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения экономических задач;
- анализировать результаты решения задач,
- грамотно оформлять ход решения задач.

3. должен владеть:

- навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач;
- методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических процессов.

- к применению математических методов при решении экономических задач.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Определители и его свойства. Метод Крамера решения систем линейных уравнений	3	1	2	2	0	письменное домашнее задание устный опрос
2.	Тема 2. Матрицы и действия над ними. Матричный способ решения систем линейных уравнений	3	1	2	2	0	дискуссия письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Модель Леонтьева. Модель равновесных цен	3	2	2	2	0	письменная работа дискуссия письменное домашнее задание
4.	Тема 4. n-мерные векторные пространства. Линейная зависимость системы векторов	3	2	2	2	0	устный опрос письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Ранг матрицы	3	3	2	2	0	письменное домашнее задание устный опрос
6.	Тема 6. Элементы векторной алгебры. Виды произведений в $R^3$ : скалярное, векторное, смешанное	3	3	2	2	0	устный опрос письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Элементы аналитической геометрии в пространстве. Поверхности в пространстве	3	4	4	2	0	письменная работа письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Собственные значения и собственные векторы. Квадратичные формы	3	5	2	2	0	устный опрос
9.	Тема 9. Произвольные системы линейных уравнений. Метод Жордана-Гаусса	3	6	2	2	0	письменное домашнее задание устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Опорные решения систем линейных уравнений	3	7	2	4	0	устный опрос письменное домашнее задание контрольная работа
11.	Тема 11. Общая задача линейного программирования	3	8	2	2	0	устный опрос письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Симплексный метод решения задачи линейного программирования	3	9	2	2	0	письменное домашнее задание дискуссия
13.	Тема 13. Метод искусственного базиса	3	10	2	2	0	устный опрос письменное домашнее задание
14.	Тема 14. Двойственность в линейном программировании	3	11	2	4	0	контрольная работа дискуссия письменное домашнее задание
15.	Тема 15. Целочисленное программирование	3	12	2	2	0	устный опрос письменное домашнее задание
16.	Тема 16. Транспортные задачи линейного программирования	3	13,14	4	4	0	дискуссия письменная работа письменное домашнее задание
17.	Тема 17. Задача о загрузке оборудования	3	15	2	2	0	дискуссия
18.	Тема 18. Сетевое планирование управления	3	16,17	4	4	0	дискуссия письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
19.	Тема 19. Динамическое программирование	3	18	2	2	0	письменное домашнее задание дискуссия
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			44	46	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Определители и его свойства. Метод Крамера решения систем линейных уравнений

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Определители 2 - го, 3 - го, n - го порядков. Свойства определителей. Правила вычисления определителей 2-го и 3-го порядков. Методы вычисления определителей n порядка: разложение определителя, метод понижения порядка. Система n линейных уравнений с n неизвестными, ее решение методом Крамера.

###### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Вычисление определителей 2 - го, 3 - го, 4 - го порядков. Использование свойств при вычислении определителей. Формулы Крамера для решения системы n линейных уравнений с n неизвестными.

##### Тема 2. Матрицы и действия над ними. Матричный способ решения систем линейных уравнений

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие матрицы. Виды матриц. Действия над матрицами и их свойства. Обратная матрица, теорема о ее существовании. Алгоритм нахождения обратной матрицы. Матричная форма записи систем n линейных уравнений с n неизвестными и ее решение с помощью обратной матрицы.

###### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Умножение матрицы на число, транспонирование, сложение, умножение матриц. Вычисление обратной матрицы. Решение системы n линейных уравнений с n неизвестными с помощью обратной матрицы.

##### Тема 3. Модель Леонтьева. Модель равновесных цен

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Модель Леонтьева многоотраслевой экономики. Матрицы коэффициентов прямых и полных затрат, их экономический смысл. Уравнение зависимости между валовой и конечной продукцией. Модель равновесных цен.

###### **практическое занятие (2 часа(ов)):**

Межотраслевой баланс системы "затраты - выпуск продукции". Нахождение матрицы коэффициентов прямых и полных затрат. Экономический анализ матрицы коэффициентов полных затрат. Вычисление валового выпуска по уравнению зависимости между валовой и конечной продукцией. Модель равновесных цен.

##### Тема 4. n-мерные векторные пространства. Линейная зависимость системы векторов

###### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**



$n$ -мерные векторы и действия над ними,  $n$ -мерное линейное векторное пространство  $R(n)$ . Линейные операторы. Линейная комбинация векторов. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов. Свойства линейной зависимости и линейной независимости векторов. Понятие базиса  $n$ -мерного векторного пространства. Разложение вектора по векторам базиса.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Сложение и умножение на число для  $n$ -мерных векторов. Нахождение скалярного произведения и длины вектора. Вычисление линейной комбинации векторов. Определение линейной зависимости и линейной независимости системы векторов. Нахождение базиса  $n$ -мерного векторного пространства. Нахождение разложения заданного вектора по векторам базиса.

**Тема 5. Ранг матрицы**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Ранг системы векторов и ранг матрицы. Методы вычисления ранга матрицы. Ортогональные системы векторов.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Понятие базисного минора. Метод окаймляющих миноров для вычисления ранга матрицы. Элементарные преобразования. Вычисление ранга матрицы с помощью элементарных преобразований.

**Тема 6. Элементы векторной алгебры. Виды произведений в  $R^3$ : скалярное, векторное, смешанное**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Скалярное произведение, его свойства и применение. Векторное произведение. Геометрический смысл векторного произведения. Смешанное произведение. Условие компланарности векторов. Евклидово пространство.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Вычисление скалярного произведения, применение скалярного произведения к определению ортогональности векторов, решению геометрических задач. Формулы вычисления векторного произведения. Применение свойств векторного произведения при решении задач. Формулы вычисления смешанного произведения, применение его свойств к решению задач.

**Тема 7. Элементы аналитической геометрии в пространстве. Поверхности в пространстве**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Прямая и плоскость в трехмерном пространстве и способы их задания. Взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве. Полупространства. Уравнение поверхности. Классификация поверхностей второго порядка. Сфера, эллипсоид, цилиндрические поверхности.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Виды уравнения плоскости в пространстве. Взаимное расположение плоскостей. Формула расстояния от точки до плоскости. Каноническое и параметрическое уравнения прямой в пространстве. Взаимное расположение прямых. Угол между прямой и плоскости. Уравнения поверхностей второго порядка.

**Тема 8. Собственные значения и собственные векторы. Квадратичные формы**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Собственные значения матрицы. Собственные векторы линейных операторов и их свойства. Теорема Фробениуса-Беррона для неразложимых матриц. Понятие квадратичной формы. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Вычисление собственных значений матрицы. Алгоритм нахождения собственных векторов линейных операторов и применение их свойств. Теорема Фробениуса-Беррона для неразложимых матриц. Определение положительной и отрицательной определенности квадратичных форм с помощью критерия Сильвестра.

**Тема 9. Произвольные системы линейных уравнений. Метод Жордана-Гаусса**



**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Произвольные системы  $m$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными. Понятие общего, частного и базисного решений системы уравнений. Метод Жордана-Гаусса. Переход от одного базисного решения к другому.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Определение совместности произвольной системы  $m$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными по теореме Кронекера-Капелли. Нахождение общего, частного и базисного решений системы уравнений методом Жордана-Гаусса. Переход от одного базисного решения к другому.

**Тема 10. Опорные решения систем линейных уравнений**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятия опорного и допустимого решений систем линейных уравнений. Симплексные преобразования. Теорема о симплексных преобразованиях. Переход от одного опорного решения к другому.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Нахождение опорного и допустимого решений систем линейных уравнений с помощью симплексных преобразований. Переход от одного опорного решения к другому путем проведения еще одной итерации итерации.

**Тема 11. Общая задача линейного программирования**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Общая задача оптимизации. Типы задач математического программирования: линейное программирование, нелинейное программирование, динамическое программирование. Понятие экономико-математической модели (ЭММ) и этапы ее составления. Системы линейных неравенств. Примеры линейных ЭММ задач линейного программирования (ЗЛП): задачи распределения ресурсов и задачи "о диете". Постановка и различные формы записи ЗЛП. Стандартная и каноническая формы записи ЭММ ЗЛП. Геометрическая интерпретация ЗЛП. Графический метод. Понятие о выпуклом многоугольнике допустимых решений.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Составление экономико-математической модели ЗЛП на примере задачи распределения ресурсов и задачи "о диете". Нахождение стандартной и канонической форм записи ЭММ ЗЛП. Графический метод решения ЗЛП. Построение выпуклого многоугольника допустимых решений. Нахождение оптимального плана.

**Тема 12. Симплексный метод решения задачи линейного программирования**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие допустимого, опорного, оптимального решений ЗЛП. Понятие выпуклого множества. Область допустимых решений ЗЛП. Теорема о достижении максимума или минимума целевой функции в угловой точке выпуклого многогранника решений. Теоремы об оптимальности плана ЗЛП. Симплексный метод. Алгоритм симплексного метода.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Нахождение допустимого, опорного, оптимального решений ЗЛП с помощью алгоритм симплексного метода. Вычисление оптимального плана на примере задачи распределения ресурсов. Экономический анализ полученного решения.

**Тема 13. Метод искусственного базиса**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Составление расширенной ЗЛП. Теорема о взаимосвязи исходной и расширенной задач. Алгоритм метода искусственного базиса.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Составление расширенной задачи. Решение ЗЛП с помощью алгоритма метода искусственного базиса.

**Тема 14. Двойственность в линейном программировании**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Элементы теории двойственности. Двойственные задачи и правила их построения. Основные теоремы двойственности о взаимосвязи решений исходной и двойственной задач.

Экономическая интерпретация пары двойственных задач.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Построение двойственной задачи. Применение первой и второй теорем двойственности для нахождения решений исходной и двойственной задач. Экономическая интерпретация пары двойственных задач.

**Тема 15. Целочисленное программирование**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие о дискретном программировании. Примеры целочисленных моделей. Метод Гомори решения задач целочисленного программирования. Постановка задачи оптимального раскроя материалов, ее решение методом Гомори.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Применение метода Гомори для решения задач целочисленного программирования.

Применение графического метода для решения задач целочисленного программирования.

**Тема 16. Транспортные задачи линейного программирования**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Постановка транспортной задачи. ЭММ транспортной задачи. Закрытая и открытая модели. Теоремы о существовании решения. Основные способы построения первоначального опорного плана. Теоремы об оптимальности плана. Метод потенциалов. Правило построения цикла по переброске грузов. Блокирование перевозок. Транспортные задачи с нарушенным балансом производства и потребления.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Составление ЭММ транспортной задачи. Приведение задачи к закрытой модели. Теоремы о существовании решения. Построение первоначального опорного плана методами северо-западного угла, минимальной стоимости, двойного предпочтения. Решение транспортной задачи методом потенциалов. Нахождение оптимального плана перевозок при дополнительных условиях.

**Тема 17. Задача о загрузке оборудования**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Постановка задачи о загрузке оборудования. Составление ЭММ задачи о загрузке оборудования и приведение ее ЭММ к ЭММ транспортной задачи.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Составление ЭММ задачи о загрузке оборудования. Сведение задачи о загрузке оборудования к транспортной. Необходимое и достаточное условие существования решения задачи.

**Тема 18. Сетевое планирование управления**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Сетевое планирование управления (СПУ). Понятие структурного планирования, календарного планирования и оперативного управления. Элементы теории графов: плоские графы.

Эйлеровы графы, гамильтоновы графы, орграфы. Сетевые графики, правила их построения, нумерация событий. Временные параметры. Критический путь.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Основные понятия и определения СПУ. Построение сетевого графика. Расчет временных параметров сетевого графика. Нахождение критического пути.

**Тема 19. Динамическое программирование**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные понятия и определения динамического программирования. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Математическая теория оптимального управления.

Задача о распределении капиталовложений (портфель ценных бумаг). Решение задачи методом динамического программирования.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Составление ЭММ задачи о распределении капиталовложений. Составление функциональных уравнений Беллмана. Нахождение условно-оптимальных решений.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Определители и его свойства. Метод Крамера решения систем линейных уравнений	3	1	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
2.	Тема 2. Матрицы и действия над ними. Матричный способ решения систем линейных уравнений	3	1	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к дискуссии	1	дискуссия
3.	Тема 3. Модель Леонтьева. Модель равновесных цен	3	2	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к дискуссии	1	дискуссия
				подготовка к письменной работе	2	письменная работа
4.	Тема 4. n-мерные векторные пространства. Линейная зависимость системы векторов	3	2	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
5.	Тема 5. Ранг матрицы	3	3	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
6.	Тема 6. Элементы векторной алгебры. Виды произведений в $R^3$ : скалярное, векторное, смешанное	3	3	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
7.	Тема 7. Элементы аналитической геометрии в пространстве. Поверхности в пространстве	3	4	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	2	письменная работа
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Собственные значения и собственные векторы. Квадратичные формы	3	5	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
9.	Тема 9. Произвольные системы линейных уравнений. Метод Жордана-Гаусса	3	6	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
10.	Тема 10. Опорные решения систем линейных уравнений	3	7	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
11.	Тема 11. Общая задача линейного программирования	3	8	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
12.	Тема 12. Симплексный метод решения задачи линейного программирования	3	9	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к дискуссии	2	дискуссия
13.	Тема 13. Метод искусственного базиса	3	10	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
14.	Тема 14. Двойственность в линейном программировании	3	11	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к дискуссии	1	дискуссия
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
15.	Тема 15. Целочисленное программирование	3	12	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
16.	Тема 16. Транспортные задачи линейного программирования	3	13,14	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к дискуссии	1	дискуссия
				подготовка к письменной работе	2	письменная работа
17.	Тема 17. Задача о загрузке оборудования	3	15	подготовка к дискуссии	2	дискуссия
18.	Тема 18. Сетевое планирование управления	3	16,17	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к дискуссии	2	дискуссия
19.	Тема 19. Динамическое программирование	3	18	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к дискуссии	1	дискуссия
	Итого				54	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Линейная алгебра" предполагает использование как традиционных технологий (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (решение и анализ "проблемных ситуаций"): асинхронные и синхронные формы взаимодействия посредством электронных образовательных ресурсов, электронные тесты, выполнение практических заданий on-line.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### Тема 1. Определители и его свойства. Метод Крамера решения систем линейных уравнений

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов: учебное пособие для экономических специальностей вузов./ Р. Ш. Марданов, А. Ю. Хасанова, Р. А. Султанов, А. Г. Фатыхов; под научной редакцией проф. Р. Ш. Марданова.- Казань: Казан. Гос. Ун.-т, 2009. 576 с. [1]: ♦♦ 21.6 -21.9, 21.14, 21.15, 21.17.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Определитель - это число или таблица чисел? 2. Сколько элементов содержит определитель  $n$  - го порядка? 3. Что называется минором, алгебраическим дополнением элемента определителя? 4. Какими свойствами обладает определитель? 5. Как вычисляются определители 2 - го и 3 - го порядков? 6. Какие свойства определителей применяются при вычислении определителя  $n$  - го порядка методом разложения, методом понижения порядка? 7. Какие системы уравнений решаются методом Крамера? 8. Что гласит теорема Крамера и какие формулы для решения систем  $n$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными здесь используются ?

## **Тема 2. Матрицы и действия над ними. Матричный способ решения систем линейных уравнений**

дискуссия , примерные вопросы:

1. Постановка задач и переход к матричному виду. 2. Многообразие способов решения задач. 3. Сравнение непосредственного метода решения систем линейных уравнений и способа решения с помощью матриц. 4. Преимущества и недостатки решения систем матричным методом. 5. Специфика решения экономических задач с применением матриц.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 22.8 - 22.11, 22.16 - 22.19.

## **Тема 3. Модель Леонтьева. Модель равновесных цен**

дискуссия , примерные вопросы:

Постановка "ситуативной задачи": рассмотреть многоотраслевое хозяйство, производящее несколько видов продукции. Объемы промежуточного и конечного продукта считаются известными. Составить модель Леонтьева и уравнение межотраслевого баланса. Построить технологическую матрицу, определить матрицу полных затрат и найти валовый выпуск по известному конечному продукту на новый ассортимент. Обсудить полученные результаты.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 22.25, 22.26.

письменная работа , примерные вопросы:

Решение данной ?ситуационной задачи? с применением данных межотраслевого баланса

## **Тема 4. $n$ -мерные векторные пространства. Линейная зависимость системы векторов**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 23.2, 23.5, 23.6, 23.11.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Что называется  $n$  - мерным векторным пространством? 2. Какие векторы называются линейно зависимыми и линейно независимыми? 3. Какими свойствами обладают линейно зависимые системы векторов? 4. Когда линейно зависимы и линейно независимы системы из  $m$  векторов  $n$  - мерного векторного пространства в случаях: а)  $m > n$ , б)  $m = n$ , в)  $m < n$ ? 5. Могут ли у одной и той же системы векторов существовать базисы, содержащие различное число векторов? 6. Что называется базисом  $n$  - мерного векторного пространства? Сколько различных базисов существует в  $n$  - мерном векторном пространстве? 7. Что утверждает теорема о разложении вектора по базису? Докажите однозначность этого разложения.

## **Тема 5. Ранг матрицы**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 22.30 - 22.32, 23.12 - 23.14.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Что такое ранг матрицы? 2. Какие преобразования матрицы не изменяют ее ранга? 3. Какие существуют методы вычисления ранга матрицы? 4. Как формулируется теорема о базисном миноре? 5. Как вычисляется ранг системы векторов? 6. Какие векторы системы являются базисными векторами этой системы? 7. Как определить число линейно независимых векторов в системе векторов, если число векторов в этой системе меньше их размерности?



## **Тема 6. Элементы векторной алгебры. Виды произведений в $R^3$ : скалярное, векторное, смешанное**

домашнее задание , примерные вопросы:

Выполнить действия над заданными векторами. Найти заданные произведения.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Как определяется скалярное произведение? 2. Какими свойствами обладает скалярное произведение? 3. Как вычисляется угол между векторами? 4. Как записываются условия параллельности векторов в координатной векторной форме? 5. Какое условие ортогональности векторов, вы знаете? 6. Что называется векторным произведением? 7. Какие свойства векторного произведения вы знаете? 8. Какова формула вычисления векторного произведения в координатах? 9. Где и как применяется векторное произведение? 10. Что такое смешанное произведение? 11. Как определяется евклидово пространство?

## **Тема 7. Элементы аналитической геометрии в пространстве. Поверхности в пространстве**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 1.124 -1.138, 1.161 - 1.180.

письменная работа , примерные вопросы:

1 задание: найти уравнение плоскости, проходящей а) через заданную точку перпендикулярно заданному вектору, б) через заданную точку параллельно двум заданным векторам, в) через три заданные точки; найти угол между плоскостями; расстояние от точки до плоскости. 2 задание: найти уравнение прямой, проходящей через заданную точку параллельно вектору; найти каноническое уравнение прямой; найти угол между прямыми; найти угол между прямой и плоскостью; найти точку пересечения прямой и плоскости. 3 задание: записать каноническое уравнение одной из поверхностей второго порядка, проиллюстрировать графически.

устный опрос , примерные вопросы:

1. . Как записывается общее уравнение поверхностей в трехмерном пространстве? 2. Как определяется сфера и записываются ее общее и каноническое уравнения? 3. Каковы определения эллипсоида, его вершины и фокусов? Какие свойства эллипсоидов, вы знаете? 4. Как определяется цилиндрическая поверхность и записывается ее уравнение? 5. Какой вид имеет общее уравнение плоскости в пространстве? Как записываются уравнения плоскостей, параллельных координатным плоскостям, параллельных осям координат? 6. Какой вектор называется нормальным вектором плоскости? 7. Какой вид имеют общее, каноническое, параметрические уравнения прямой в пространстве. Какой вектор называется направляющим вектором прямой? 8. Каковы условия параллельности и перпендикулярности двух плоскостей, прямой и плоскости, двух прямых в пространстве.

## **Тема 8. Собственные значения и собственные векторы. Квадратичные формы**

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие числа называются собственными значениями матрицы? 2. У каких матриц существуют собственные значения? 3. Какое уравнение называется характеристическим уравнением матрицы? 4. Какой вектор называется собственным вектором квадратной матрицы, линейного оператора? 5. Как найти собственный вектор матрицы, соответствующий ее собственному значению? 6. Какими свойствами обладают собственные вектора линейных операторов? 7. Что утверждает теорема Фробениуса-Беррона? 8. Каково определение квадратичной формы? 9. Какая квадратичная форма называется симметричной? 10. Какие квадратичные формы называются знакоопределенными: а) положительно определенными, б) отрицательно определенными? 11. Какие квадратичные формы знаконеопределенны? 12. Какие миноры матрицы квадратичной формы называются главными? 13. Как формулируется критерий Сильвестра?

## **Тема 9. Произвольные системы линейных уравнений. Метод Жордана-Гаусса**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 24.2 -24.4.

устный опрос , примерные вопросы:



1. Что называется решением системы уравнений? 2. Какие системы уравнений называются совместными и несовместными, определенными и неопределенными? 3. Какие переменные называются базисными, свободными? 4. Каковы понятия общего, базисного и частного решений системы уравнений? 5. Какая система уравнений называется приведенной к единичному базису? 6. В чем заключается суть метода Жордана-Гаусса? 7. Что означает выражение "однократное замещение" применительно к решениям системы уравнений?

### **Тема 10. Опорные решения систем линейных уравнений**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 24.5 - 24.7.

контрольная работа , примерные вопросы:

1 задание (темы 1-5). Вычислить определитель; выполнить действия над матрицами; решить систему уравнений; определить ранг матрицы/системы векторов; определить, является ли система векторов линейно независимой. 2 задание (темы 6-8). Выполнить действия над векторами; применить свойства скалярного, векторного и смешанного произведения к решению задач; найти уравнение плоскости/прямой; выяснить взаимное расположение плоскостей, прямых, прямой и плоскости; найти собственные значения и собственные векторы; определить тип квадратичной формы. 3 задание (темы 9,10). Проверить совместность, найти общее, базисное/опорное и частное/допустимое решение системы линейных уравнений.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие решения систем линейных уравнений называются опорными, допустимыми? 2. Какие преобразования систем линейных уравнения называются симплексными? 3. Как следует преобразовать уравнение системы, у которого свободный член отрицателен? 4. Как звучит правило выбора разрешающей строки при симплексных преобразованиях? 5. При каком условии можно с уверенностью утверждать, что система уравнений не имеет опорных решений? 6. Как формулируется теорема о симплексных преобразованиях? 7. Как перейти от найденного опорного решения системы уравнений к новому?

### **Тема 11. Общая задача линейного программирования**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 25.11 -25.22.

устный опрос , примерные вопросы:

1. В каких формах может быть задана ЗЛП? 2. Как ЭММ ЗЛП приводится к каноническому виду? 3. Какое решение ЗЛП называется опорным, оптимальным? 4. Какое решение ЗЛП называется невырожденным? 5. Какое множество называется выпуклым? Приведите геометрическую иллюстрацию выпуклых и невыпуклых областей. 6. Какова геометрическая иллюстрация ЗЛП? 7. Как формулируются теоремы о свойствах решений ЗЛП? 8. В каких случаях ЗЛП может не иметь оптимального решения?

### **Тема 12. Симплексный метод решения задачи линейного программирования**

дискуссия , примерные вопросы:

Постановка "ситуативной задачи": рассмотреть предприятие, производящее несколько видов продукции. Нормы расхода сырья на производство единицы продукции и общее количество сырья считаются известными. Построить оптимальный план по выпуску изделий для получения максимальной прибыли. Дать экономический анализ полученного решения. Найти все оптимальные планы и обсудить полученные результаты.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦ 25.23.

### **Тема 13. Метод искусственного базиса**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦ 25.24.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие задачи линейного программирования решаются методом искусственного базиса? 2. Как составляется расширенная задача? 3. В каком случае можно сократить количество вводимых искусственных переменных? 4. При каком условии оптимальный план расширенной задачи является оптимальным планом исходной задачи? 5. С какими коэффициентами искусственные переменные вводятся в целевую функцию в задачах а) ?на максимум?; б) ?на минимум?? 6. Чем отличаются симплексные таблицы для реализации симплексного метода и метода искусственного базиса? 7. Как определяется вектор, вводимый в базис, при использовании искусственного базиса? 8. Когда исходная задача не имеет решения и как это определить, решая расширенную задачу?

#### **Тема 14. Двойственность в линейном программировании**

дискуссия , примерные вопросы:

Постановка "проблемной ситуации": рассмотреть задачу об оптимальном распределении ресурсов. Построить прямую и двойственную модели для исходной задачи, дать их экономическую интерпретацию. Определить экономический смысл и связь переменных прямой и двойственной задач. Разобрать методы решения прямой и двойственной задач. Провести анализ полученных результатов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 26.1 - 26.4.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Для данных задачи составить двойственную задачу. 2. Решить исходную задачу методом искусственного базиса и, используя первую теорему двойственности, определить решение двойственной задачи. 3. Решить двойственную задачу графическим методом и, используя теоремы двойственности, определить решение исходной задачи. 4. Дать экономический анализ.

#### **Тема 15. Целочисленное программирование**

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦ 28.1.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие экономические задачи относятся к задачам целочисленного программирования? 2. Как формулируется задача целочисленного программирования? 3. В чем состоит метод Гомори? 4. Как составить дополнительное ограничение, если компоненты оптимального плана ЗЛП являются дробными? 5. Какой геометрический смысл имеет введение дополнительного ограничения? 6. В каком случае поставленная задача не имеет целочисленного решения?

#### **Тема 16. Транспортные задачи линейного программирования**

дискуссия , примерные вопросы:

Постановка "ситуативной задачи": рассмотреть задачу о рациональном распределении и перевозке груза. Пусть на  $m$  складах поставщиков имеется груз, который требуется доставить  $n$  потребителям. При этом известны стоимости перевозки единицы груза от определенного поставщика к соответствующему потребителю. Требуется составить модель транспортной задачи. Найти начальный план перевозки и проверить его оптимальность. Рассмотреть различные способы построения первоначального плана. Обсудить все полученные результаты.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 27.5, 27.6, 27.10 - 27.13.

письменная работа , примерные вопросы:

Составить ЭММ транспортной задачи. Найти оптимальный план закрепления поставщиков к потребителям при дополнительном условии: груз из  $i$ -го пункта отправления должен быть полностью вывезен или  $j$ -й пункт потребления должен быть полностью удовлетворен.

#### **Тема 17. Задача о загрузке оборудования**

дискуссия , примерные вопросы:

Постановка "ситуативной задачи": рассмотреть распределительную задачу. Пусть на предприятии имеется  $m$  различных станков, на которых изготавливаются  $n$  видов изделий. Производительности станков, затраты на производство единицы изделия каждого вида на соответствующем станке известны. При ограниченном фонде времени работы станков и для выполнения заказа по выпуску изделий требуется распределить производство продукции таким образом, чтобы общие затраты были минимальны. Провести анализ полученного решения.

### **Тема 18. Сетевое планирование управления**

дискуссия , примерные вопросы:

Постановка "ситуативной задачи": для подготовки финансового плана на следующий год фирме необходимо получить данные о производимых на предприятии работах, о порядке и продолжительностях выполнения каждой работы. Построить сетевую модель и определить критический путь. Обсудить все способы решения и выбрать самый рациональный метод.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 29.2, 29.7 - 29.10.

### **Тема 19. Динамическое программирование**

дискуссия , примерные вопросы:

Постановка "ситуативной задачи": рассмотреть задачу о капиталовложениях. При известном начальном капитале и заданных функциях дохода по каждому предприятию найти оптимальный план по инвестированию предприятий с целью получения максимального дохода. Дать экономический анализ полученного решения. Обсудить полученные результаты.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задания по теме из сборника задач по математике для экономистов [1]: ♦♦ 30.2, 30.4.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

#### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

по дисциплине "ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА"

1. Определение определителя  $n$  - го порядка. Свойства определителей.
2. Правила вычисления определителей 2-го и 3-го порядков.
3. Методы вычисления определителей  $n$ -го порядка: разложение определителя, метод понижения порядка.
4. Метод Крамера.
5. Понятие матрицы. Виды матриц.
6. Действия над матрицами и их свойства.
7. Обратная матрица, теорема о ее существовании.
8. Алгоритм нахождения обратной матрицы.
9. Матричная форма записи систем  $n$  линейных уравнений с  $n$  неизвестными и ее решение с помощью обратной матрицы.
10. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики. Постановка задачи межотраслевого баланса.
11. Матрицы коэффициентов прямых и полных затрат, их экономический смысл.
12. Уравнение зависимости между валовой и конечной продукцией.
13.  $n$ -мерные векторы и действия над ними.
14. Аксиомы векторного пространства.
15. Линейная комбинация векторов. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов.
16. Свойства линейно зависимой и линейно независимой системы векторов.
17. Понятие базиса  $n$  - мерного векторного пространства  $R(n)$ .
18. Разложение вектора по векторам базиса.

19. Скалярное произведение, его свойства и применение.
20. Векторное произведение. Геометрический смысл векторного произведения.
21. Смешанное произведение и его свойства.
22. Плоскость в пространстве: виды уравнений.
23. Взаимное расположение двух плоскостей.
24. Прямая в пространстве: способы задания.
25. Взаимное расположение двух прямых в пространстве.
26. Взаимное расположение прямой и плоскости. Формула расстояния от точки до плоскости.
27. Собственные значения матрицы. Собственные векторы линейных операторов и их свойства.
28. Понятие квадратичной формы. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.
29. Ранг матрицы: определения и свойства.
30. Методы вычисления ранга матрицы.
31. Ранг системы векторов. Теоремы о свойствах линейно зависимой и линейно независимой систем векторов.
32. Теорема Кронекера-Капелли.
33. Определения совместной, определенной и неопределенной системы линейных уравнений.
34. Понятие общего, частного и базисного решений системы уравнений.
35. Метод Жордана-Гаусса. Переход от одного базисного решения к другому.
36. Понятия опорного и допустимого решений систем линейных уравнений.
37. Симплексные преобразования. Теорема о симплексных преобразованиях.
38. Общая задача оптимизации. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования (ЗЛП).
39. Понятие экономико-математической модели (ЭММ) и этапы ее составления.
40. Переход от стандартной к канонической форме записи ЭММ ЗЛП на примере задачи об оптимальном распределении ресурсов.
41. Геометрическая интерпретация ЗЛП. Графический метод решения ЗЛП.
42. Понятие о многоугольнике допустимых решений и его топологические свойства.
43. Понятие допустимого, опорного, оптимального решений ЗЛП.
44. Теорема о достижении максимума или минимума целевой функции с геометрической интерпретацией. Понятие альтернативного экстремума.
45. Теоремы об оптимальности плана ЗЛП.
46. Алгоритм симплексного метода ЗЛП на минимум.
47. Алгоритм симплексного метода ЗЛП на максимум.
48. Критерий единственности оптимального плана.
49. Составление расширенной ЗЛП.
50. Теорема о взаимосвязи исходной и расширенной задач.
51. Алгоритм метода искусственного базиса.
52. Двойственные задачи и правила их построения.
53. Основные теоремы двойственности о взаимосвязи решений исходной и двойственной задач.
54. Экономическая интерпретация пары двойственных задач.
55. Примеры целочисленных моделей. Метод Гомори решения задач целочисленного программирования.
56. Постановка задачи оптимального раскроя материалов, ее решение методом Гомори.
57. Постановка транспортной задачи. ЭММ транспортной задачи. Закрытая и открытая модели.

58. Теоремы о существовании решения. Основные способы построения начального опорного плана. Теоремы об оптимальности плана. Метод потенциалов. Правило построения цикла по переброске грузов.
59. Блокирование перевозок. Транспортные задачи с нарушенным балансом производства и потребления.
60. Постановка задачи о загрузке оборудования.
61. Составление ЭММ задачи о загрузке оборудования и приведение ее ЭММ к ЭММ транспортной задачи.
62. Понятие структурного планирования, календарного планирования и оперативного управления.
63. Элементы теории графов: плоские графы. Эйлеровы графы, гамильтоновы графы, орграфы.
64. Сетевые графики, правила их построения, нумерация событий.
65. Основные понятия и определения динамического программирования.
67. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана.
68. Математическая теория оптимального управления.
69. Задача о распределении капиталовложений (портфель ценных бумаг).

Примерные экзаменационные билеты.

#### БИЛЕТ ♦1

1. Теоремы о существовании решения транспортной задачи. Основные способы построения начального опорного плана.
2. Составить ЭММ транспортной задачи и найти начальный опорный план методом минимальной стоимости.
3. Вычислить определитель 4-го порядка.
4. Найти общее базисное и частное решения системы линейных уравнений.

#### БИЛЕТ ♦2

1. Алгоритм метода искусственного базиса.
2. Решить ЗЛП методом искусственного базиса.
3. Выполнить действия над матрицами.
4. Определить являются ли векторы  $a$ ,  $b$ ,  $c$  компланарными.

#### БИЛЕТ ♦3

1. Двойственные задачи и правила их построения.
2. Составить задачу, двойственную к данной, и решить ее графическим методом.
3. Определить длину вектора.
4. Найти опорное решение системы линейных уравнений.

#### БИЛЕТ ♦4

1. Основные понятия и определения динамического программирования. Принцип оптимальности.
2. Решить задачу о распределении капиталовложений.
3. Найти обратную матрицу.
4. Решить задачу ЗЛП симплексным методом.

#### БИЛЕТ ♦5

1. Взаимное расположение двух прямых в пространстве.
2. Найти угол между двумя прямыми.
3. Найти ранг системы векторов.
4. Решить задачу целочисленного программирования.



### 7.1. Основная литература:

Сборник задач по математике для экономистов, Марданов, Р. Ш., 2009г.

Математика. Ч. 3, Долотказина, А. М.;Марданов, Р. Ш., 2007г.

Линейная алгебра и геометрия, Кострикин, Алексей Иванович;Манин, Ю.И., 2005г.

Линейная алгебра, Ильин, Владимир Александрович;Позняк, Эдуард Генрихович, 2010г.

Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Карчевский, Евгений Михайлович;Карчевский, Михаил Миронович, 2011г.

6. Линейная алгебра: Учебное пособие. Рудык Борис Михайлович. Москва ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М" 2013. - 318 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=460611>

7. Линейная алгебра: теория и прикладные аспекты: Учебное пособие / Г.С. Шевцов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Магистр: ИНФРА-М, 2010. - 528 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=203776>

8. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Практикум: Учебное пособие / А.С. Бортаковский, А.В. Пантелеев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 352 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=476097>

### 7.2. Дополнительная литература:

Высшая математика. Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Геворкян, Павел Самвелович, 2007г.

Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Антонов, Валерий Иванович;Лагунова, Марина Витальевна;Лобкова, Наталья Ивановна, 2013г.

Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Гусак, Алексей Адамович, 2011г.

4. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономического бакалавриата: Учебник/ М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. М.: ИНФРА-М, 2013 . - 472 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=400839>

5. Минорский В.П. Сборник задач по высшей математике : [учеб. пособие для вузов] / В.П. Минорский . Изд. 15-е . Москва : Изд-во Физ.-мат. лит., 2006 . 336 с.

6. Справочник по математике для экономистов: Учебное пособие / Под ред. В.И. Ермакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2009. - 464 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=187502>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Математический портал - <http://www.allmath.ru/>

Образовательный математический сайт Exponenta.ru - <http://www.exponenta.ru/>

Общероссийский математический портал Math-Net.Ru - <http://www.mathnet.ru>

Учебно-образовательная физико-математическая библиотека - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library>

ЭОР по дисциплине Линейная алгебра - <http://bars.kfu.ru/course/view.php?id=1480>

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Линейная алгебра" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебники, учебно-методические пособия на бумажных носителях в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского.

Электронные курсы в системе Дистанционного образования КФУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 38.03.01 "Экономика" и профилю подготовки Бухгалтерский учет, анализ и аудит



Автор(ы):

Махмутова Д.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Воронцова В.Л. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.