

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный гуманитарный университет»
(ФГАОУ ВО «РГГУ»)

ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ НАУК

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра социально-экономической статистики и демографии

ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

01.03.05 – Статистика

38.03.01 – Экономика

Код и наименование направления подготовки/специальности

Социально-экономическая статистика и демография

Наименование направленности (профиля)/ специализации

Уровень высшего образования: *бакалавриат*

Форма обучения: *очная*

РПД адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов

Москва 2026

Линейная алгебра

Рабочая программа дисциплины

Составитель:

канд. физ.-мат. наук, доцент, Лепе Н.Л.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры социально-экономической
статистики и демографии

№ 4 от 10.11.2025

Оглавление

1. Пояснительная записка	4
1.1. Цель и задачи дисциплины	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций	4
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
2. Структура дисциплины	5
3. Содержание дисциплины	6
4. Образовательные технологии	9
5. Оценка планируемых результатов обучения	12
5.1 Система оценивания	12
5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине	13
5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	14
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	20
6.1 Список источников и литературы	20
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	20
6.3. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы .. 21	21
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины	21
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов	15
9. Методические материалы	23
9.1 Планы семинарских занятий	23
9.2 Методические рекомендации по подготовке письменных работ	42
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины	43

1. Пояснительная записка

1.1. Цель и задачи дисциплины «Линейная алгебра»

Цель дисциплины - обеспечение уровня математической грамотности студентов, достаточного для формирования навыков математической постановки и решения классических задач линейного программирования, моделирования процессов управления и экономики.

Задачи дисциплины:

- изучение основ линейной алгебры, аналитической геометрии и линейного программирования;
- выработка навыков решения типовых математических задач;
- развитие логического и алгоритмического мышления, умения строго излагать свои мысли;
- формирование умения применять основные понятия и методы линейной алгебры и линейного программирования для расчета различных количественных характеристик в задачах экономической теории и теории управления.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-2с Способен формировать упорядоченные сводные массивы статистической информации и осуществлять расчет сводных и производных показателей в соответствии с утвержденными методиками, в том числе с применением необходимой вычислительной техники и стандартных компьютерных программ	ОПК-2с.1 Знает методы формирования сводных массивов статистической информации, поступающей из различных источников статистических данных, в том числе с использованием цифровых технологий	Знать: Основные понятия линейной алгебры — векторы, матрицы, операции над ними (сложение, умножение, транспонирование, обращение), определители, ранг матрицы. Уметь: Представлять статистические данные в матричной форме — формировать матрицы «объект-признак» для последующего анализа, структурировать разнородные данные из различных источников. Владеть: Методикой построения составных (интегральных) показателей на основе метода главных компонент (РСА) и факторного анализа, используемых для обобщения информации из множества источников.
	ОПК-2с.2 Умеет выполнять расчет сводных и производных показателей в соответствии с утвержденными методиками, в том числе с использованием программных средств	Знать: Матричные методы расчета агрегированных показателей — операции умножения матриц и векторов для вычисления суммарных затрат, стоимости продукции, сводных индексов. Уметь: Применять матричное умножение для расчета сводных производственных показателей: расхода сырья, затрат рабочего

		времени, стоимости выпускаемой продукции по заданному ассортименту. Владеть: Методикой балансовых расчетов — навыками построения и решения систем линейных уравнений для межотраслевого баланса, прогнозирования выпуска продукции по запасам сырья.
ОПК-2э Способен осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных экономических задач	ОПК-2э.1 Использует методы сбора, анализа и оценки информации, отражающей состояние и тенденции в экономике	Знать: Матричные методы представления экономической информации — способы формирования матриц исходных данных (матрицы «объект-признак», матрицы межотраслевого баланса, матрицы коэффициентов прямых затрат) для характеристики состояния экономических систем. Уметь: Формировать информационную базу для экономического анализа в матричной форме, структурируя разнородные статистические данные о состоянии экономики. Владеть: Приемами анализа линейных моделей торговли — оценка сбалансированности товарообмена, расчет эквивалентных объемов взаимной торговли.
	ОПК-2э.2 Анализирует результаты экономико-статистических исследований и делает на их основе качественные и количественные выводы для решения практических задач	Знать: Методы декомпозиции матриц — сингулярное разложение (SVD), спектральное разложение (собственные значения и собственные векторы), QR-разложение — и их роль в выделении главных компонент, факторном анализе и регрессионном моделировании. Уметь: Интерпретировать результаты статистических исследований в терминах линейной алгебры – переводить содержательные экономические выводы на язык матриц, векторов, собственных значений и факторных нагрузок. Владеть: Матричные модели динамики — марковские цепи и переходные матрицы для анализа эволюции экономических систем и прогнозирования их состояний.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Линейная алгебра» относится к обязательной части блока дисциплин учебного плана и реализуется на экономическом факультете ИСЭН РГГУ.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин и прохождения практик: *Математический анализ*.

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик:

- ~ «Математический анализ»,
- ~ «Теория вероятностей и математическая статистика»,
- ~ «Экономико-математические методы»,
- ~ «Экономико-математические модели»,
- ~ Преддипломная практика,

2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 академических часов

Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
1,2	Лекции	36
1,2	Семинары	48
Всего:		84

Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 132 академических часов.

3. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА	<u>Тема 1. СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ. МЕТОД ГАУССА.</u> Введение в курс. Основные этапы становления современной математики и ее структура. Значение математических знаний в современном образовании экономиста и менеджера. Системы линейных уравнений: определение, примеры. Свойства систем уравнений: совместность, несовместность, определенность, неопределенность. Частные и общее решения. Эквивалентность систем, элементарные преобразования, сохраняющие эквивалентность систем. Метод исключения неизвестных (метод Гаусса). <u>Тема 2. МАТРИЦЫ. ДЕЙСТВИЯ НАД МАТРИЦАМИ.</u> Понятие матрицы. Виды матриц. Действия над матрицами и их свойства: сложение, умножение на число, произведение, возведение в целую степень, матричные многочлены, транспонирование. Элементарные преобразования матриц, эквивалентные матрицы. <u>Тема 3. ОПРЕДЕЛИТЕЛИ. МИНОРЫ И АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ДОПОЛНЕНИЯ. ТЕОРЕМА ЛАПЛАСА.</u> Основные понятия. Схема вычисления определителей 1–3 порядка. Свойства определителей. Миноры и алгебраические дополнения. Общая формула для вычисления определителей: теорема Лапласа. <u>Тема 4. ОБРАТНАЯ МАТРИЦА. ПОСТРОЕНИЕ ОБРАТНОЙ МАТРИЦЫ.</u> Невырожденная матрица. Обратная матрица. Алгоритм построения обратной матрицы. <u>Тема 5. МАТРИЧНЫЕ УРАВНЕНИЯ. МЕТОД КРАМЕРА. МЕТОД ОБРАТНОЙ МАТРИЦЫ.</u> Матричные уравнения 2-ого и 3-его порядка. Методы

		решений. Формулы Крамера. Метод обратной матрицы. <u>Тема 6.</u> РАНГ МАТРИЦЫ. БАЗИСНЫЙ МИНОР МАТРИЦЫ. ТЕОРЕМА КРОНЕКЕРА-КАПЕЛЛИ. Ранг матрицы. Базисный минор матрицы. Теорема о ранге матрицы и ее следствия. Базис и размерность линейного пространства. Теорема Кронекера-Капелли. <u>Тема 7.</u> ОБЩИЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ. Однородные и неоднородные системы линейных уравнений. Базисные и свободные неизвестные. Свойства множеств решений однородных и неоднородных систем. Структура общего решения неоднородной системы.
2	АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ НА ПЛОСКОСТИ	<u>Тема 8.</u> МЕТОД КООРДИНАТ. Прямоугольная (декартова) система координат на плоскости. Координаты точки. Полярные координаты. Расстояние между двумя точками. Деление отрезка в данном отношении. Площадь треугольника. Преобразование системы координат: параллельный перенос осей координат, поворот координат. <u>Тема 9.</u> ПРЯМАЯ НА ПЛОСКОСТИ. Способы задания линии на плоскости. Уравнение прямой на плоскости: с угловым коэффициентом; общее уравнение прямой; проходящей через данную точку в данном направлении; проходящей через две точки. Уравнение прямой на плоскости: в отрезках; проходящее через данную точку перпендикулярно данному вектору. Общее уравнение прямой и его исследование. Построение прямой по его уравнению. <u>Тема 10.</u> ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМЫХ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КООРДИНАТ В ЗАДАЧАХ ГЕОМЕТРИИ. Определение угла между двумя прямыми. Условие параллельности прямых. Условие перпендикулярности прямых. Исследование взаимного расположения пар прямых, заданных общими уравнениями. Точка пересечения прямых. Расстояние от данной точки до данной прямой. Метод координат на плоскости: вычисление длин сторон треугольника, медианы, высоты, биссектрисы. Нахождение уравнений медианы, высоты, биссектрисы, сторон треугольника. <u>Тема 11.</u> ЛИНИИ ВТОРОГО ПОРЯДКА НА ПЛОСКОСТИ. Окружность. Эллипс. Исследование эллипса по его уравнению. Гипербола. Исследование гиперболы по ее уравнению. Парабола. Исследование параболы по ее уравнению. Общее уравнение линий второго порядка.
3	ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА. ЭЛЕМЕНТЫ МАТРИЧНОГО АНАЛИЗА.	<u>Тема 12.</u> ДЕЙСТВИЯ НАД ВЕКТОРАМИ. Основные понятия. Линейные операции над векторами. Проекция вектора на ось. Разложение вектора по ортам координатных осей. Модуль вектора. Направляющие косинусы. Скалярное произведение векторов и его свойства. Выражение скалярного произведения через

		координаты. Угол между векторами. Проекция вектора на заданное направление. Векторное произведение векторов и его свойства. Выражение векторного произведения через координаты. <u>Тема 13.</u> ЛИНЕЙНЫЕ ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА. Векторные пространства: определение, примеры. Линейно зависимые системы векторов и их свойства. Линейно независимые системы векторов и их свойства. Базис системы векторов. Ранг системы векторов. n- мерные линейные пространства. Введение метрики. Свойства скалярного произведения. <u>Тема 14.</u> ЛИНЕЙНЫЕ ОПЕРАТОРЫ. СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ И СОБСТВЕННЫЕ ВЕКТОРЫ. Линейные преобразования (операторы). Определения, примеры. Собственные значения и собственные вектора матрицы линейного преобразования (оператора). Характеристический многочлен линейного оператора. О корнях характеристического многочлена линейного оператора. Свойства собственных векторов с одинаковыми и различными собственными значениями. <u>Тема 15.</u> КВАДРАТИЧНЫЕ ФОРМЫ. Понятие квадратичной формы. Примеры. Канонический вид квадратичной формы. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра.
4	КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА	<u>Тема 16.</u> КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА. Комплексные числа и действия над ними. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы записи комплексного числа. Операции над комплексными числами. Извлечение корней из комплексных чисел. Области на комплексной плоскости.
5	ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	<u>Тема 17.</u> ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ. Линейные задачи оптимизации. Целевая функция. Стандартная и Каноническая формы задачи Линейного Программирования. Свойства решений задач Линейного Программирования. Графический метод решения задач Линейного Программирования. Построение Области Допустимых Значений, Целевой функции, Вектора- градиента целевой функции. Нахождение оптимального решения Задачи Линейного Программирования Графическим методом. <u>Тема 18.</u> КЛАССИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ. Классические примеры задач Линейного Программирования: «Задача о Диете», «Транспортная задача». Графический метод решения простейшей Транспортной задачи. <u>ТЕМА 19.</u> СИМПЛЕКС-МЕТОД. Симплекс-метод решения задач Линейного Программирования. Опорное решение. Алгоритм Симплекс-метода. Пример нахождения решения задачи Линейного программирования Симплекс-методом.

		<u>ТЕМА 20.</u> ТЕОРИЯ ДВОЙСТВЕННОСТИ. Двойственная задача Линейного Программирования. Теоремы Двойственности. Существование оптимальных решений взаимодвойственных задач. Связь основных и дополнительных переменных прямой и двойственной задач Линейного Программирования. Экономический смысл Теории Двойственности. <u>ТЕМА 21.</u> ДИСКРЕТНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ. ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ. Целочисленное программирование. Примеры. Метод ветвей и границ. Экономические задачи, сводящиеся к транспортным моделям. Основные понятия Динамического программирования.
--	--	--

4. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1	2	3	4
<i>Первый семестр. Часть I.</i>			
1.	<i>ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА</i>	<i>Лекция 1</i>	<i>Вводная лекция</i>
		<i>Лекции 1, 2, 3, 6, 7, 9, 11</i>	<i>Проблемная лекция.</i>
		<i>Лекции 2-11</i>	<i>Лекция-визуализация Лекция-беседа с элементами обратной связи</i>
		<i>Семинары 1-2</i>	<i>Case-study анализ (разбор конкретной экономической задачи) Семинар-дискуссия</i>
		<i>Семинары 1-5, 7-8</i>	<i>Семинар-дискуссия Контрольная работа 1</i>
			<i>Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты</i>
2.	<i>АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ НА ПЛОСКОСТИ</i>	<i>Лекция 12</i>	<i>Проблемная лекция.</i>
		<i>Лекции 12-16</i>	<i>Лекция-визуализация</i>
		<i>Семинары 9-10</i>	<i>Семинар-дискуссия Контрольная работа 2</i>
			<i>Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций. Консультирование</i>

			<i>и проверка домашних заданий посредством электронной почты</i>
3.	ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА. ЭЛЕМЕНТЫ МАТРИЧНОГО АНАЛИЗА	<i>Лекция 1</i>	<i>Проблемная лекция-</i>
		<i>Лекции 2-6</i>	<i>Лекция – визуализация</i>
		<i>Семинары 1-5</i>	<i>Семинар-дискуссия</i>
		<i>Семинар 4</i>	<i>Case-study анализ (разбор конкретной экономической задачи) Семинар-дискуссия Контрольная работа 3</i>
			<i>Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты</i>
4.	КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА	<i>Лекция 7</i>	<i>Проблемная лекция</i>
		<i>Семинар 6</i>	<i>Семинар-дискуссия Контрольная работа 5</i>
			<i>Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты</i>
5.	ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	<i>Лекции 9-10</i>	<i>Проблемная лекция</i>
		<i>Лекции 11,12, 13</i>	<i>Лекция-беседа с элементами обратной связи</i>
		<i>Семинары 8-10</i>	<i>Семинар-дискуссия</i>
		<i>Семинар 9</i>	<i>Семинар-дискуссия Разбор конкретной экономической задачи Контрольная работа 6</i>
			<i>Подготовка к занятию с использованием электронного курса лекций. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты</i>

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;

- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

5. Оценка планируемых результатов обучения

5.1. Система оценивания

Очная форма обучения

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
- Защита индивидуального домашнего задания		10 баллов
- Участие в дискуссии на семинаре, проверка текущего домашнего задания	1-2 балла	15 баллов
- Контрольная работа №1 (темы 1-5, I семестр; темы 12-16, II семестр)		20 баллов
- Контрольная работа №3 (коллоквиум по теоретическому материалу, письменно-устная форма) (темы 1-11, I семестр; темы 12-21, II семестр)		15 баллов
Промежуточная аттестация (Контрольная работа №2, Итоговая) (темы 6-11, I семестр; темы 17-21, II семестр)		40 баллов
Итого за семестр Выставляется зачет с оценкой в I семестре по курсу «Линейная алгебра, Часть I», экзаменационная оценка во II семестре по курсу «Линейная алгебра, Часть II»		100 баллов

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 –67	удовлетворительно		D
50 –55			E
20 – 49	неудовлетворительно	не зачтено	FX
0 – 19			F

В случае неаттестации обучающегося по курсу дисциплины передача осуществляется в форме традиционного экзамена, на котором предлагаются два варианта Контрольных работ (текущей и Итоговой) соответствующего семестра. Экзамен считается сданным, если решено более 2-х задач.

5.2. Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ А,В	«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».
82-68/ С	«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».
67-50/ D,E	«удовлетвори-тельно»/ «зачтено (удовлетвори-тельно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «достаточный».
49-0/ F,FX	«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации. Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

5.3. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

В процессе изучения курса проводится контроль знаний студентов в соответствии с Положением РГГУ о его проведении. Он предполагает учет результатов написания контрольных работ на семинарских занятиях, результатов самостоятельной работы по выполнению аналитических заданий, а также степени участия студентов в обсуждении вопросов и выполнения практических заданий на семинарских занятиях.

Оценка знаний представляет собой совокупность различных показателей работы студента в течение всего процесса обучения. По курсу «Линейная алгебра, Части I и II» предусматривается текущий контроль успеваемости в форме опроса на занятиях, выполнения текущих семинарских, домашних и индивидуальных заданий, выполнения контрольных работ. В каждом семестре выполняются две контрольные работы (№1 и №3). Контрольная работа №3 (коллоквиум по теоретическому материалу) проводится в письменно-устной форме. Промежуточная аттестация проводится в форме письменной Итоговой контрольной работы №2 с последующей ее защитой в устной форме, в результате чего студенту выставляются балл за экзамен (максимум 40 баллов).

С учетом набранных в сумме баллов (баллы текущего контроля и промежуточной аттестации) студенты получают общую оценку успеваемости. Итоговая оценка выставляется в полном соответствии с утверждённой в РГГУ рейтинговой системой контроля знаний.

Текущий контроль

При оценивании устного опроса и участия в дискуссии на семинаре учитываются:

- степень раскрытия содержания материала (0-2 балла);
- изложение материала (грамотность речи, точность использования терминологии и символики, логическая последовательность изложения материала (0-2 балла);
- знание теории изученных вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков (0-1 балл).

При оценивании выполнения практических заданий учитывается:

- знание теории изученных вопросов, правильное использование полученных знаний (0-1 балла);
- полнота выполнения типового задания и/или ситуационной задачи, полнота осмысления реальной профессионально-ориентированной ситуации, необходимой для решения данной проблемы (0-2 балла);
- правильность выбора методов и моделей, позволяющие оценивать и диагностировать умения и навыки синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей, поиском рациональных альтернативных вариантов (0-3 балла).

При оценивании Контрольных работ учитывается:

- полнота выполненной работы (задание выполнено не полностью и/или допущены две и более ошибки или три и более неточности) – 10-13 баллов;
- обоснованность содержания и выводов работы (задание выполнено полностью, но обоснование содержания и выводов недостаточны, но рассуждения верны) – 14-17 баллов;
- работа выполнена полностью, в рассуждениях и обосновании нет пробелов или ошибок, возможна одна неточность – 18-20 баллов.

Промежуточная аттестация (экзамен)

При проведении промежуточной аттестации студент должен решить 5 заданий и обосновать эти решения теоретически.

При оценивании заданий и ответов на вопросы теоретического характера учитывается:

- теоретическое содержание не освоено, знание материала носит фрагментарный характер, наличие грубых ошибок в ответе (1-3 балла);
- теоретическое содержание освоено частично, допущено не более двух-трех недочетов (4-7 баллов);
- теоретическое содержание освоено почти полностью, допущено не более одного-двух недочетов, но обучающийся смог бы их исправить самостоятельно (8-11 баллов);
- теоретическое содержание освоено полностью, ответ построен по собственному плану (12-20 баллов).

При оценивании ответа на вопрос практического характера (решений) учитывается:

- ответ содержит менее 20% правильного решения (1-2 баллов);
- ответ содержит 21-89 % правильного решения (3-10 баллов);
- ответ содержит 90% и более правильного решения (11-20 баллов).

Ниже приводятся типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, владений и опыта деятельности

«Линейная алгебра, Часть I» (I семестр)

Контрольная работа №1. (ОПК-2.1)

Вычисление матричного полинома, вычисление определителей.

Решение определенных систем линейных уравнений 3-го порядка

а) методом Гаусса

в) методом нахождения обратной матрицы.

с) методом Крамера.

Итоговая Контрольная работа. (Контрольная работа №2) (ОПК-2.2)

Матричные уравнения.

Исследование систем линейных уравнений.

Решение неопределенных систем линейных уравнений.

Задачи с элементами Аналитической геометрии.

Контрольная работа №3. (ОПК-2.1)

Коллоквиум по теоретическому материалу I-го семестра.

Контрольные вопросы 1-26.

Зачет с оценкой: «Линейная алгебра, Часть I»

Контрольная работа №1 (ОПК 2.1)

1. Вычислить матричный полином $P(A)$, где $p(x) = x^2 - 3x + 9$, $A = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 5 & -1 \end{pmatrix}$

2. Решить систему уравнений методом Гаусса (исключения неизвестных)

$$\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 5 \\ -x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 5 \\ 5x_1 - x_2 - 2x_3 = 5 \end{cases}$$

3. Посчитать Определитель матрицы системы из п.4

а) по Правилу Звезды (Правилу Треугольников)

в) разложением Определителя по строке (столбцу)

4. Решить систему уравнений с помощью обратной матрицы. (Выписать Определитель системы, все Алгебраические дополнения, Присоединенную матрицу системы).

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + 2x_3 = 3 \\ 4x_1 - 5x_2 + 7x_3 = 15 \\ 2x_1 - 3x_2 + 6x_3 = 11 \end{cases}$$

5. Решить систему уравнений из п.4 по правилу Крамера

Итоговая контрольная работа (Контрольная работа №2) (ОПК-2.2)

1. Решить матричное уравнение: $X \begin{pmatrix} -3 & -2 \\ 8 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$

2. Исследовать систему линейных уравнений на совместность и неопределенность, не решая ее.

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = -1 \\ 3x_1 + x_2 - 4x_3 = 11. \\ 4x_1 - x_2 - 3x_3 = 8 \end{cases}$$

3. Исследовать систему линейных уравнений. Если она совместна, указать базисный минор, базисные и свободные переменные. Решить систему методом Крамера. Выписать общее и одно частное решение.

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 - x_3 + 3x_4 = 8 \\ x_1 - 3x_2 + 3x_3 - x_4 = 5. \\ 3x_1 + 4x_2 - 4x_3 + 4x_4 = 3 \end{cases}$$

4. Найти уравнение прямой, проходящей через точку пересечения прямых L1, L2 и параллельной прямой L3. Найти угол между прямыми L1 и L2.

$$L1: x - 4y + 1 = 0$$

$$L2: 2x + y - 7 = 0$$

$$L3: 3x + 2y - 5 = 0$$

5. В треугольнике ABC с вершинами в точках A(1, 3), B(9, -3), C(-2, -1) найти: уравнение биссектрисы AD, площадь треугольника ABC.

Контрольная работа №3 (ОПК-2.1)

Коллоквиум по теоретическому материалу курса «Линейная алгебра, Часть I», I семестр.
Контрольные вопросы 1-26.

Контрольные вопросы по курсу «Линейная алгебра, Часть I» (ОПК-2.1)

1. Системы линейных уравнений: определение, примеры. Свойства систем уравнений: совместность, несовместность, определенность, неопределенность.
2. Эквивалентность систем, элементарные преобразования систем.
3. Матрицы, операции над ними и их свойства. Транспонирование матриц.
4. Определитель матрицы. Общая формула для вычисления определителей.
5. Свойства определителя.
6. Миноры и алгебраические дополнения, их связь с определителем матрицы.
7. Теорема Лапласа.
8. Алгоритм нахождения обратной матрицы.
9. Прямоугольная система координат.
10. Расстояние между двумя точками.
11. Деление отрезка в данном отношении.
12. Формула площади треугольника.
13. Уравнение прямой на плоскости (различные формы).

14. Уравнение прямой в пространстве (различные формы).
15. Определение угла между двумя прямыми. Условие перпендикулярности, условие параллельности прямых.
16. Общее уравнение прямой и ее исследование.

(ОПК-2.2)

17. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре.
18. Свойства ранга матрицы.
19. Метод исключения переменных Гаусса.
20. Матричные уравнения.
21. Метод Крамера.
22. Метод Обратной матрицы.
23. Теорема Кронекера-Капелли.
24. Общее решение системы линейных уравнений. Частные решения.
25. Базисные и свободные неизвестные.
26. Однородные системы линейных уравнений.

«Линейная алгебра, Часть II» (II семестр)

Контрольная работа №1. (ОПК-2.1)

Собственные векторы и собственные значения.

Базис системы векторов.

Операции над комплексными числами.

Квадратичные формы.

Итоговая Контрольная работа. (Контрольная работа №2). (ОПК-2.2)

Решение прямой и двойственной задачи Линейного программирования графическим методом.

Сбалансированная Транспортная задача.

Контрольная работа №3. (ОПК-2.1)

Коллоквиум по теоретическому материалу II-го семестра.

Контрольные вопросы 1-38.

Экзамен: «Линейная алгебра, Часть II»

Контрольная работа №1 (ОПК-2.1)

1. Найти корни характеристического уравнения, т.е. собственные числа матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 5 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

2. Найти собственные векторы матрицы A из п.1

3. Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой. Найти базис данной системы векторов и разложение каждого из векторов данной совокупности в этом базисе.

$$\vec{a}_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}, \vec{a}_2 = \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

4. а) Комплексные числа изобразить векторами на плоскости и представить в тригонометрической форме:

$$Z_1 = -\sqrt{2} + i; Z_2 = 3 - i.$$

- б) Записать в тригонометрической форме: $Z_3 = Z_1 \times Z_2 ; Z_4 = Z_1^3$.
5. Записать квадратичную форму в матрично-векторном виде. Выяснить, является ли квадратичная форма положительно определенной, отрицательно определенной, неопределенной. $\zeta = 3x_1^2 - x_2^2 + 2x_3^2 + 6x_1x_2 + 2x_2x_3$.

Итоговая контрольная работа (Контрольная работа №2) (ОПК-2.2)

1. Найти область допустимых решений Задачи Линейного Программирования из п.3
2. Построить линии уровня целевой функции Задачи Линейного Программирования и вектор, показывающий направление роста целевой функции (отдельно для целевых функций из п.3 А) и п.3 В)).
3. Решить Задачу Линейного Программирования графическим методом. Выписать оптимальное решение, если оно существует, и оптимальное значение целевой функции.
 - а) $F(x) = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max.$
 $\{-x_1 + x_2 \leq 3 \mid \{3x_1 - x_2 \leq 15 \mid \{x_1 + x_2 \leq 7 \mid \{-x_1 - 4x_2 \leq -4 \mid$
 - б) $F(x) = 4x_1 + 4x_2 \rightarrow \max.$ При тех же ограничениях.
4. Решить сбалансированную Транспортную Задачу.
 На складах A_1 и A_2 есть в наличии соответственно 45 и 35 тыс.ед. продукции. Два потребителя B_1 и B_2 хотели бы получить со склада соответственно 30 и 50 тыс.ед. продукции. Стоимость перевозки продукции с i -го склада j -му потребителю задана матрицей $C = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 5 & 2 \end{pmatrix}$, где C_{ij} - стоимость перевозки 1 тыс.ед. продукции в млн. руб. Как минимизировать стоимость перевозок? Найти оптимальное решение и значение целевой функции.
5. Написать Задачу Линейного Программирования, двойственную к Задаче Линейного Программирования из п.3. Найти оптимальное решение и значение целевой функции, используя Теоремы двойственности.

Контрольная работа №3 (ОПК-2.1)

Коллоквиум по теоретическому материалу курса «Линейная алгебра, Часть II», II семестр
 Контрольные вопросы 1-38.

**Контрольные вопросы по курсу «Линейная алгебра, Часть II »
 (ОПК-2.1)**

1. Линейные векторные пространства, определение, примеры.
2. Линейная зависимость и линейная независимость векторов.
3. Ранг системы векторов. Связь ранга матрицы с рангом системы векторов.
4. Базис и размерность линейного пространства.
5. Свойства скалярного произведения векторов.
6. Линейные операторы. Матрица Линейного преобразования.
7. Собственные значения и собственные вектора Линейных операторов.
8. Свойства собственных чисел и собственных векторов матрицы преобразования.
9. Теоремы о приведении матрицы к диагональному виду.
10. Комплексные числа и многочлены.
11. Алгебраическая форма комплексных чисел.
12. Тригонометрическая форма комплексных чисел.
13. Сложение и умножение комплексных чисел.
14. Вычитание и деление комплексных чисел.
15. Характеристическое уравнение матрицы Линейного оператора.
16. Теорема о существовании корней характеристического уравнения.

17. Задача об устойчивом распределении автомобилей по срокам эксплуатации.
18. Задача о нахождении равновесного вектора цен в Линейной Модели Обмена.
19. Задача о нахождении равновесного вектора национальных доходов в Модели Международной бездефицитной торговли.
20. Квадратичные формы.
21. Матрично-векторный вид квадратичной формы.
22. Канонический вид квадратичной формы.
23. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы.
(ОПК-2.2)
24. Линейные задачи оптимизации. Системы линейных неравенств.
25. Стандартная форма задачи Линейного Программирования.
26. Область допустимых решений задачи Линейного Программирования.
27. Целевая функция задачи Линейного Программирования.
28. Каноническая форма задачи Линейного Программирования.
29. Графический метод решения задач Линейного Программирования.
30. Опорное решение. Свойства решений задач Линейного Программирования.
31. I Классический пример задачи Линейного Программирования – задача о Диете.
32. II Классический пример задачи Линейного Программирования - Транспортная задача.
33. Симплекс- метод решения задач Линейного Программирования.
34. Алгоритм Симплекс - метода.
35. Двойственная задача Линейного Программирования.
36. Основные теоремы Теории Двойственности.
37. Целочисленное программирование.
38. Основные понятия Динамического программирования.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Список источников и литературы

Основные

1. Кремер Н.Ш., Фридман М.Н., Тришин И.М. Линейная алгебра: учебник и практикум для вузов. Под ред. Н.Ш. Кремера. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2023 - 422 с.
2. Высшая математика для экономистов: сборник задач: Учебное пособие/Г.И.Бобрик, Р.К.Гриневичюс, В.И.Матвеев и др. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 539 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-010074-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469738>

Дополнительные

1. Кремер Н.Ш., Фридман М.Н., Путко Б.А., Тришин И.М.. Высшая математика для экономического бакалавриата. В 3-х частях. Ч.1: учебник и практикум для вузов. Под ред. Н.Ш. Кремера. 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт, 2023 - 276 с.
2. Лепе Н.Л., Манаенкова Н.И. Лекции по линейной алгебре : учеб. пособие. [Отв. ред. В. В. Кульба]. – М.: Тривант, 2016. - 247 с.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

1. Лунгу К.Н., Письменный Д.Т., Федин С.Н., Шевченко Ю.А. Сборник задач по высшей математике. 1 курс. - М.: Айрис-пресс, 2007 - 576 с. *Интернет-ресурс:* http://eknigi.org/estestvennye_nauki/83499-sbornik-zadach-po-vysshej-matematike-1-kurs.html

2. Лекции по линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавриата по направлению № 080200 – Менеджмент, № 080400 – Управление персоналом / Минобрнауки России, Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Рос. гос. гуманитарный ун-т" (РГГУ), Ин-т экономики, упр. и права, Фак. упр., Каф. моделирования в экономике и упр., [сост.: Н. Л. Лепе, Н. И. Манаенкова ; отв. ред. В. В. Кульба]. М.: РГГУ, 2014. 202 с. Режим доступа: <http://elib.lib.rsuh.ru/elib/000009509>.

3. Национальная электронная библиотека (НЭБ) www.rusneb.ru

4. ELibrary.ru Научная электронная библиотека www.elibrary.ru

5. Электронная библиотека Grebennikon.ru www.grebennikon.ru

6.3. Перечень баз данных и информационно-справочных систем

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsuh.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс
2. Гарант

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционный материал для студентов содержит статистические данные, а также сравнительные характеристики изменения динамики экономических показателей.

Для проведения аудиторных занятий по дисциплине необходима аудитория, оснащенная ПК и мультимедиа-проектором.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office

8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
 - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
 - экзамен и зачет проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
 - устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE;
 - дисплеем Брайля PAC Mate 20;
 - принтером Брайля EmBraille ViewPlus;
- для глухих и слабослышащих:
 - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
 - акустический усилитель и колонки;
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
 - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

9. Методические материалы

9.1. Планы семинарских занятий по дисциплине «Линейная алгебра»

Цель семинарских занятий: научить ориентироваться в системе показателей результатов хозяйственной деятельности на макро- и микроуровнях, обучить методам экономического анализа социальных явлений.

Схема семинарского занятия (учебная пара длительностью 80 мин.): блиц-опрос на предмет усвоения теоретического материала (10 мин.), опрос по выполненному домашнему заданию (20 мин.), дискуссия по экономико-математическим проблемам (10 мин.), тестирование (15 мин.), доклад-презентация (15 мин.), ответы на вопросы студентов (10 мин.).

Очная форма обучения (Часть I)

Семинар 1. Тема 1 Системы линейных уравнений (СЛУ). Метод Гаусса. Использование СЛУ в решениях экономических задач: на примере «Задачи о фермере».

План семинара

1. Системы линейных уравнений 2, 3, n-го порядка. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Три типа систем линейных уравнений.
2. Пример Постановки задачи. Сведение текстовой задачи (Задача о фермере, 3 варианта) к системам линейных уравнений 3 типов.

Задания

1. Разбор и решение задачи № 2.1.37 - Метод Гаусса. (Здесь и далее все №№ практических заданий даны по Задачнику [3] из списка Обязательной Литературы.)
2. Постановка и решение «Задачи о фермере».
3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 2.1.12, 2.1.13, 2.1.14. Составить индивидуальную задачу аналогичную «Задаче о фермере».

ЗАДАЧА О ФЕРМЕРЕ.

Вариант 1: Фермер вложил в прошлом году в зерноводство, животноводство и овощеводство всего 10 млн.д.е. и получил 780тыс.д.е. прибыли. В текущем году он собирается увеличить вложения в зерноводство в 2 раза, в животноводство в 3 раза, а вложения в овощеводство оставить на прошлогоднем уровне. На все это фермер выделяет 22 млн.д.е. Какую прибыль собирается получить фермер в текущем году, если зерноводство приносит 10% прибыли на вложенные средства, животноводство 8% и овощеводство 6%?

Вариант 2: Рассмотрим задачу из Варианта 1 со следующими изменениями: зерноводство приносит 8% прибыли на вложенные средства, животноводство 10% и овощеводство 6%.

Вариант 3: Рассмотрим задачу из Варианта 2 со следующими изменениями: Фермер получил 840 тыс.д.е. прибыли.

Семинар 2. Тема 2 Матрицы. Операции над матрицами. Приведение матрицы системы линейных уравнений к ступенчатому виду. Свойства умножения матриц.

План семинара

1. Матрицы: виды матриц.
2. Матричные операции: сложение, умножение, возведение в степень. Возможность выполнения в зависимости от размерности, правила выполнения, свойства. Транспонирование матриц.
3. Матричный полином.
4. Алгоритм приведения матрицы к ступенчатому виду.
5. Правила умножения матриц. Примеры отсутствия коммутативности умножения матриц.

Задания

1. Матрицы. Разбор и решение задач №№ 1.1.1, 1.1.2, 1.1.11, 1.1.7, 1.1.21

2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.1.3, 1.1.5, 1.1.53, 1.1.17, 1.1.27, 1.1.79, 1.1.80.

Семинар 3. Тема 3 **Определители матриц, миноры и алгебраические дополнения.**

План семинара

1. Определитель матрицы 2-ого порядка, 3-ого порядка.
2. Правило «треугольников» (правило Саррюса).
3. Миноры и алгебраические дополнения.
4. Определитель матрицы n-го порядка. Теорема Лапласа. Вычисление определителей методом разложения по строке или столбцу.

Задания

1. Вычисление Определителей 2-ого порядка, 3-ого порядка. Разбор и решение задач №№ 1.2.1, 1.2.20, 1.2.13, 1.2.24, 1.2.25, 1.4.1.
2. Вычисление миноров. Вычисление Определителей матриц 3-го и 4-ого порядка. Разбор и решение задач №№ 1.2.24, 1.2.25, 1.4.1.
3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.2.4, 1.2.6, 1.2.22, 1.2.23, 1.2.26, 1.2.29.

Семинар 4. Тема 4 **Обратная матрица. Построение обратной матрицы.**

План семинара

1. Обратная матрица.
2. Присоединенная матрица.
3. Алгоритм вычисления обратной матрицы.

Задания

1. Разбор и решение задач Домашнего задания №№ 1.2.6, 1.2.29.
2. Построение Обратной матрицы. Разбор и решение задачи 1.4.9.
3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.4.4, 1.4.10, 1.4.11, 1.4.38, 1.4.39

Семинар 5. Тема 5 **Матричные уравнения. Метод Крамера. Метод обратной матрицы.**

План семинара

1. Решение систем линейных уравнений методом Крамера.
2. Матричные уравнения 2-го и 3-го порядка.
3. Решение матричных уравнений методом обратной матрицы.

Задания

1. Решение систем линейных уравнений методом Крамера. Разбор и решение задачи №№ 2.2.2.
2. Решение Матричных уравнений методом обратной матрицы. Разбор и решение задачи №№ 1.4.27.
3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.4.30, 1.4.34, 2.2.11 (решение методом Крамера), 2.2.22, 2.2.23 (решение методом обратной матрицы).

Семинар 6. **Контрольная работа №1: Операции над матрицами. Вычисление определителей. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса, методом Обратной матрицы, методом Крамера.**

Контрольная работа №1.

- Вычисление матричного полинома, вычисление определителей.
Решение определенных систем линейных уравнений 3-го порядка
- а) методом Гаусса
 - в) методом нахождения обратной матрицы.
 - с) методом Крамера.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Контрольной работы №1 в письменной форме.

2 ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: Решение невыполненных №№ Контрольной работы № 1; решение невыполненных задач Домашнего задания к Семинарам 1, 2, 3.

Семинар 7. Тема 6 Ранг матрицы. Теорема Кронекера-Капелли.

План семинара

- 1) Разбор и индивидуальное исправление ошибок в Контрольной работе № 1
- 2) Поиск ранга ступенчатой матрицы. Теорема Кронекера-Капелли.
- 3) Поиск ранга расширенной матрицы системы линейных уравнений.
- 4) Решение матричных уравнений.

Задания

1. Поиск ранга ступенчатой матрицы в задачах Домашнего задания №№ 1.1.79, 1.1.80
2. Поиск ранга расширенной матрицы системы линейных уравнений в Задаче о фермере (три варианта). Исследование совместности систем линейных уравнений.
3. Решение Матричных уравнений. Разбор и решение задачи №№ 1.4.30.
4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.1.28, 1.3.2, 1.3.18, 1.4.29, 2.1.47.

Семинар 8. Тема 6 Исследование систем линейных уравнений. Базисный минор.

План семинара

1. Базисный минор, базисные и свободные переменные.
2. Базисное решение.

Задания

1. Исследовать систему линейных уравнений. Если она совместна, указать базисный минор, базисные и свободные переменные. Найти базисное решение.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 + 2x_4 = -2 \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 + x_4 = -3 \\ -x_1 + x_2 - 3x_3 + 3x_4 = 15 \end{cases}$$

2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 2.1.15

Семинар 9. Темы 8-10. Аналитическая геометрия на плоскости. Метод координат. Прямая на плоскости. Взаимное расположение прямых.

План семинара

1. Декартовы координаты точек на прямой и на плоскости.
2. Расстояние между двумя точками на плоскости (или длина отрезка).
3. Задача о делении отрезка в данном отношении.
4. Уравнение с угловым коэффициентом.
5. Уравнение прямой, проходящей через данную точку в данном направлении.
6. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки.
1. Уравнение прямой в отрезках.
7. Общее уравнение прямой на плоскости и его исследование.
8. Построение прямой на плоскости по его уравнению.
9. Определение угла между двумя прямыми на плоскости.

Задания

1. На оси абсцисс найти точку, равноудаленную от точек A(2;3) и B(5;6).
2. Даны точки A(-2;4), B(6;-2) и C(-5; 0). Найти координаты точки D, делящей отрезок BC в отношении $\frac{|AB|}{|AC|}$, где |AB| - расстояние между точками A и B, а |AC| - между точками A и C.
3. Даны точки A(-2;4), B(6;-2). Составить уравнение прямой, проходящей через точки A и B.
4. Построить прямую, задаваемую уравнением: $-\frac{x}{4} + \frac{y}{5} = 1$.
5. Записать уравнения прямой Задания 4 в виде уравнения с угловым коэффициентом и в виде общего уравнения.
6. Определение угла между прямыми. Разбор и решение задач №№ 4.2.52.
7. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 4.1.10, 4.2.2, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.7, 4.2.9, 4.2.10.

Семинар 10. Тема 10 Аналитическая геометрия на плоскости. Взаимное расположение прямых (продолжение). Использование метода координат в задачах геометрии.

План семинара

1. Условие параллельности и перпендикулярности прямых на плоскости, заданных уравнениями с угловым коэффициентом.
2. Условие параллельности и перпендикулярности прямых на плоскости, заданных общими уравнениями.
3. Метод координат на плоскости: вычисление длин сторон треугольника, медианы, высоты, биссектрисы.
4. Поиск длины медианы и высоты.
5. Поиск уравнений биссектрисы.
6. Поиск площади треугольника.

Задания

1. Пересечение, параллельность, перпендикулярность прямых. Разбор и решение задач №№ 4.2.56, 4.2.57, 4.2.58.
2. Дан треугольник с вершинами $A(2,3)$, $B(6,3)$, $C(6,-5)$. Найти длину медианы AM , уравнение высоты AR .
3. Для того же треугольника $A(2,3)$, $B(6,3)$, $C(6,-5)$ найти площадь и уравнение биссектрисы BK .
4. **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**
 - 1). №№ 4.2.56, 4.2.58.
 - 2). Дан треугольник с вершинами $A(6,3)$, $B(2,3)$, $C(6,-5)$. Найти длину медианы AM , уравнение высоты AR .
 - 3). Для того же треугольника $A(6,3)$, $B(2,3)$, $C(6,-5)$ найти площадь и уравнение биссектрисы BK .
 - 4). Задания №№ 4.1.14, 4.1.7, 4.1.5.

Семинар 11. Итоговая Контрольная работа № 2

Итоговая Контрольная работа (№ 2)

1. Решение матричного уравнения.
2. Исследование систем линейных уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
3. Решение неопределенных систем линейных уравнений.
4. Задача на исследование взаимного расположения прямых.
5. Задача на нахождение характеристик треугольника с помощью методов Аналитической Геометрии.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Итоговой Контрольной работы в письменной форме.
2. **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:** Решение невыполненных заданий Итоговой Контрольной работы. Подготовка индивидуального вопроса Коллоквиума по теоретическому материалу I семестра в письменной форме.

Семинар 12. Контрольная работа № 3 Коллоквиум по теоретическому материалу

1. Контрольная работа № 3 Коллоквиум по теоретическому материалу курса «Линейная алгебра, Часть I», I семестр. Контрольные вопросы 1-26.

Очная форма обучения (Часть II)

Семинар 1. Темы 12-13 Векторная алгебра. Векторы, действия над векторами. Линейные векторные пространства. Линейная зависимость и линейная независимость векторов.

План семинара

1. Векторная алгебра. Сумма, разность векторов. Произведение вектора на число.
2. Условие коллинеарности и компланарности векторов.
3. Скалярное произведение векторов.
4. Линейные операции над векторами.

5. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Определение через ранг ступенчатой матрицы, чьи строки являются векторами совокупности.

Задания

1. Направленные отрезки. Сумма, разность векторов. Произведение вектора на число. Разбор и решение задач №№ 3.1.1, 3.1.2.
2. Скалярное произведение векторов. Разбор и решение задачи № 3.2.1
3. Использование методов векторной алгебры в задачах №№ 3.1.3, 3.1.8.
4. Определение линейной зависимости и независимости векторов. На примере совокупности векторов: $\vec{a}_1 = (1 \mid) (3 \mid) (1 \mid)$
5. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: № 3.2.3. Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой.

$$\vec{a}_1 = (1 \mid) (2 \mid)$$

Семинар 2. Тема 13 Базис системы векторов. Разложение вектора по базису.

План семинара

1. Базис системы (совокупности) векторов.
2. Разложение векторов по данному базису. Координаты вектора.

Задания

1. Указание базиса системы векторов в задаче Домашнего задания к Семинару 1.
2. Разбор задачи на нахождение координат векторов в базисе системы векторов:

ЗАДАЧА О РАЗЛОЖЕНИИ ВЕКТОРА ПО БАЗИСУ

Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой. Найти базис данной системы векторов и разложение каждого из векторов

данной совокупности в этом базисе. $\vec{a}_1 = (1 \mid) (0 \mid)$

3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой. Найти базис данной системы векторов и разложение каждого из векторов данной совокупности в этом базисе. $\vec{a}_1 = (1 \mid) (2 \mid)$

Семинар 3. Тема 14 Линейные операторы. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора.

План семинара

1. Линейный оператор и матрица линейного оператора.
2. Характеристическое уравнение матрицы линейного оператора.
3. Собственные значения матрицы - корни характеристического уравнения.

Задания

1. Повторение задачи на нахождение координат векторов в базисе системы векторов. Разбор и решение задачи Домашнего задания к Семинару 2.
2. Вычисление собственных значений и собственных векторов операторов с матрицами 2-го, 3-го порядка.

3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ К СЕМИНАРУ №3:

1) Найти собственные значения и собственные векторы матрицы $A = (1 \mid -2 \mid)$

2) Показать, что матрицы $A = (1 \mid -2 \mid)$ и $B = (1 \mid 1 \mid)$ - подобны.

3) Найти собственные векторы матрицы B .

4) Показать на примере матрицы B , что

а) сумма собственных значений матрицы равна сумме ее диагональных членов.

б) произведение собственных значений матрицы равно ее Определителю.

Семинар 4. Тема 14 **Примеры задач экономического содержания, сводящихся к задаче на собственные числа и собственные векторы линейного оператора.**

План семинара

1. Воплощение теории о собственных числах и собственных векторах линейного оператора в конкретных экономических задачах (Модель международной торговли. Задача об устойчивом распределении автомобилей по срокам эксплуатации).
2. Подробный разбор задачи: **ЗАДАЧА:**
В некотором регионе автомобили эксплуатируются не более трех лет. Ежегодно (будем считать, что в начале года) заменяются 20% авто, проработавших к этому моменту 2 года, и все авто, проработавшие 3 года. Автомобили, проработавшие 1 год, замене не подлежат. Найти устойчивое распределение автомобилей по срокам эксплуатации.
3. Собственные числа и собственные вектора структурной матрицы международной торговли.

Задания

1. Решение Задачи об устойчивом распределении автомобилей по срокам эксплуатации: два случая.
2. **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**
 1. Составить Индивидуальную Задачу (аналогичную «Задаче об устойчивом распределении автомобилей по срокам эксплуатации») со своим сюжетом и цифрами. Решить задачу. Представить условие и решение задачи в письменной форме на рассмотрение преподавателя. Срок - две недели.
 2. Решить задачу по лекционному материалу. **ЗАДАЧА:**
Задана структурная матрица торговли трех стран. Требуется найти вектор национальных доходов этих трех стран, обеспечивающий бездефицитную торговлю между ними.

$$A = \begin{pmatrix} 14 & 26 & 412 \\ 24 & 16 & 312 \end{pmatrix}$$

Семинар 5. Тема 15 **Квадратичные формы.**

План семинара

1. Понятие квадратичной формы.
2. Канонический вид квадратичной формы.
3. Положительная и отрицательная определенность квадратичных форм.
4. Способы установления знакоопределенности квадратичных форм: а) По знаку с. з. матрицы
б) По критерию Сильвестра.

Задания

1. Поиск матрично-векторной вида квадратичной формы.
2. Поиск симметрической матрицы квадратичной формы.
3. **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**
 1. Записать квадратичную форму в матрично-векторном виде. Выяснить, является ли квадратичная форма положительно определенной, отрицательно определенной, неопределенной. $\zeta = 2x_2^2 + 4x_3^2 + 12x_1x_2 + 4x_1x_3 + 2x_2x_3$
 2. Записать квадратичную форму в матрично-векторном виде. Выяснить, является ли квадратичная форма положительно определенной, отрицательно определенной, неопределенной. $\zeta = x_1^2 + 3x_2^2 - 3x_3^2 + 8x_1x_2 - 6x_1x_3 + 4x_2x_3$

Семинар 6. Тема 16 **Комплексные числа и многочлены.**

План семинара

1. Алгебраическая, тригонометрическая, показательная формы комплексного числа.
2. Графическое представление комплексного числа.
3. Операции над комплексными числами.

Задания

1. Нахождение алгебраической, тригонометрической, показательной форм комплексного числа.
2. Представление комплексного числа на комплексной плоскости.

3. Операции над комплексными числами в алгебраической и тригонометрической форме. Разбор и решение задач №№ 10.2.3 (а, б), 10.2.4 (а, б).

4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: Комплексные числа в алгебраической форме изобразить векторами на плоскости и представить в тригонометрической форме. $Z_1 = -4 + 4i$; $Z_2 = -3 - i\sqrt{3}$.

а) Записать в алгебраической форме

$$Z_0 = Z_1 + Z_2.$$

в) Записать в алгебраической и тригонометрической формах.

$$Z_3 = Z_1 \times Z_2; Z_4 = Z_1^4.$$

с) Записать в тригонометрической форме.

$$Z_5 = Z_1 Z_2; Z_6 = \sqrt[3]{Z_1}$$

Семинар 7. Контрольная работа № 1: Собственные значения и собственные векторы Матрицы Линейного Оператора. Базис системы векторов и разложение векторов по базису. Операции над комплексными числами. Квадратичные формы.

Контрольная работа №1.

1. Собственные векторы и собственные значения.
2. Базис системы векторов и разложение векторов по базису.
3. Операции над комплексными числами.
4. Квадратичные формы.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Контрольной работы №4 в письменной форме.
2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: Решение невыполненных №№ Контрольной работы № 1; решение невыполненных задач Домашних заданий.

Семинар 8. Тема 17 Линейное программирование. Линейные задачи оптимизации.

План семинара

1. Работа над ошибками при решении задач Контрольной работы № 1.
2. Стандартная Задача Линейного Программирования (ЗЛП).
3. Графический метод решения ЗЛП с двумя переменными.
4. Область допустимых значений. Различные типы множеств допустимых значений ЗЛП.
5. Целевая функция. Вектор-градиент целевой функции.
6. Нахождение оптимального решения ЗЛП.

Задания

1. Разбор типичных ошибок в решении задач Контрольной работы № 1.
2. Разбор и индивидуальное исправление ошибок в Контрольной работе № 1.
3. Решение ЗЛП с двумя переменными графическим методом: построение Области Допустимых Значений (ОДЗ).
4. Построение Вектора-градиента целевой функции.
5. Нахождение оптимального решения ЗЛП.
6. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: Решить ЗЛП графическим методом:

а) $F(x) = x_1 + x_2 \rightarrow$

$$\max \{ 2x_1 + x_2 \geq 3 \mid \{ 3x_1 - x_2 \leq 6 \mid \{ x_1 + 3x_2 \geq 3 \mid \{ x_1 - x_2 \geq -2 \mid \{ x_1 + x_2 \leq 5 \}$$

б) $F(x) = 6x_1 + 2x_2 \rightarrow$

$$\max \{ -x_1 + x_2 \leq 5 \mid \{ 3x_1 + x_2 \geq 3 \mid \{ x_1 - x_2 \leq 2 \mid \{ x_1 \leq 6 \mid \{ x_2 \leq 6 \}$$

Семинар 9. Тема 18 Транспортная Задача Линейного Программирования (ЗЛП).

План семинара

1. Сбалансированная Транспортная Задача.
2. Сведение Сбалансированной Транспортной Задачи с матрицей 2x3 к стандартной Задаче Линейного Программирования.
3. Графический метод решения Транспортной Задачи с матрицей 2x2.

Задания

1. Нахождение оптимального решения Стандартной Задачи Линейного Программирования. Разбор и решение задач Домашнего задания к Семинару 8.
2. Математическая постановка текстовой Транспортной Задачи.

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА:

Сбалансированная транспортная задача - это задача о перевозках, в которой общий объем товаров, готовых к отправлению, в точности равен объему товаров, который готовы принять в пунктах назначения.

1		Стоимость перевозок к потребителю (млн. руб. за 1 тыс.ед.)			Наличие (тыс.ед.)
		B1	B2	B3	
Склад	A1	8	5	6	120
Склад	A2	4	9	7	180
Запрос (тыс.ед.)		70	140	90	300

3. Сведение Сбалансированной Транспортной Задачи с матрицей 2x3 к стандартной Задаче Линейного Программирования и решение ЗЛП.
4. Пример нахождения решения Транспортной Задачи с матрицей 2x2 Графическим методом.
5. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

а) Решить сбалансированную Транспортную Задачу.

На складах A_1 и A_2 есть в наличии соответственно 15 и 25 тыс.ед. продукции. Два потребителя B_1 и B_2 хотели бы получить со склада соответственно 30 и 10 тыс.ед. продукции. Стоимость перевозки продукции с i -го склада j -му потребителю задана матрицей $C = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$, где C_{ij} - стоимость перевозки 1 тыс.ед. продукции в млн. руб. Как минимизировать стоимость перевозок? Найти оптимальное решение и значение целевой функции.

б) Решить Транспортную задачу с матрицей 2x2, аналогичную задаче из п. а):

Заданы A_1 и A_2 :- 22 и 28; B_1 и B_2 :- 30 и 20. Матрица $C = \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$.

Семинар 10. Тема 20 Теория двойственности. Взаимодвойственные Задачи Линейного Программирования (ЗЛП).

План семинара

1. Принципы построения пары взаимодвойственных ЗЛП.
2. Таблица соответствия между неизвестными парами взаимодвойственных ЗЛП.
3. Экономический смысл Теории двойственности.

Задания

1. Построение и решение Двойственной задачи к ЗЛП из Домашнего задания к Семинару 8.
2. Пример поиска решения ЗЛП через решение соответствующей Двойственной задачи: $F(x) = -2x_1 + 2x_2 + 10x_3 + 4x_4 + 2x_5 \rightarrow \min$

$$\{-x_1 + x_2 + 2x_3 - 2x_5 \geq 2 \mid \{-x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 3 \}$$
3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: Решить 1-3 задачи Примерного варианта Итоговой контрольной работы. II Семестр.

Семинар 11. Итоговая Контрольная работа № 2.

Итоговая Контрольная работа (№ 2)

1. Решение прямой ЗЛП графическим методом. Построение области допустимых значений.
2. Графическое построение целевой функции ЗЛП.
3. Поиск оптимального решения ЗЛП.
4. Сбалансированная Транспортная задача.
5. Построение двойственной ЗЛП и ее решение.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Итоговой Контрольной работы в письменной форме.
 2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: Решение невыполненных заданий Итоговой Контрольной работы. Подготовка индивидуального вопроса Коллоквиума по теоретическому материалу II семестра в письменной форме.
-

Семинар 12. Контрольная работа № 3. Коллоквиум по теоретическому материалу

Контрольная работа № 3 Коллоквиум по теоретическому материалу курса «Линейная алгебра, Часть II», II семестр. Контрольные вопросы 1-38.

Семинар 1. Тема 1 Системы линейных уравнений (СЛУ). Метод Гаусса. Использование СЛУ в решениях экономических задач: на примере «Задачи о фермере».

План семинара

1. Системы линейных уравнений 2, 3, n-го порядка. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Три типа систем линейных уравнений.
2. Пример Постановки задачи. Сведение текстовой задачи («Задача о фермере», 3 варианта) к системам линейных уравнений 3 типов.

ЗАДАЧА О ФЕРМЕРЕ.

Вариант 1: Фермер вложил в прошлом году в зерноводство, животноводство и овощеводство всего 10 млн.д.е. и получил 780 тыс.д.е. прибыли. В текущем году он собирается увеличить вложения в зерноводство в 2 раза, в животноводство в 3 раза, а вложения в овощеводство оставить на прошлогоднем уровне. На все это фермер выделяет 22 млн.д.е. Какую прибыль собирается получить фермер в текущем году, если зерноводство приносит 10% прибыли на вложенные средства, животноводство 8% и овощеводство 6%?

Вариант 2: Рассмотрим задачу из Варианта 1 со следующими изменениями: зерноводство приносит 8% прибыли на вложенные средства, животноводство 10% и овощеводство 6%.

Вариант 3: Рассмотрим задачу из Варианта 2 со следующими изменениями: Фермер получил 840 тыс.д.е. прибыли.

Задания

1. Разбор и решение задачи № 2.1.37 - Метод Гаусса. (Здесь и далее все №№ практических заданий даны по Задачнику [3] из списка Обязательной Литературы.)
2. Постановка и решение «Задачи о фермере».
3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 2.1.12, 2.1.13, 2.1.14.

Семинар 2. Тема 2 Матрицы. Операции над матрицами. Приведение матрицы системы линейных уравнений к ступенчатому виду. Свойства умножения матриц.

План семинара

1. Матрицы: виды матриц.
2. Матричные операции: сложение, умножение, возведение в степень. Возможность выполнения в зависимости от размерности, правила выполнения, свойства. Транспонирование матриц.
3. Матричный полином.
4. Алгоритм приведения матрицы к ступенчатому виду.
5. Правила умножения матриц. Примеры отсутствия коммутативности умножения матриц.

Задания

1. Матрицы. Разбор и решение задач №№ 1.1.1, 1.1.2, 1.1.11, 1.1.7, 1.1.21
 2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.1.3, 1.1.5, 1.1.53, 1.1.17, 1.1.27, 1.1.79, 1.1.80.
-

Семинар 3. Тема 3 Определители матриц, миноры и алгебраические дополнения. Теорема Лапласа.

План семинара

1. Определитель матрицы 2-ого порядка, 3-ого порядка.
2. Правило «треугольников» (правило Саррюса).

3. Миноры и алгебраические дополнения.
4. Определитель матрицы n -го порядка. Теорема Лапласа. Вычисление определителей методом разложения по строке или столбцу.

Задания

1. Вычисление Определителей 2-ого порядка, 3-ого и 4-ого порядка. Разбор и решение задач №№ 1.2.1, 1.2.20, 1.2.13, 1.2.24, 1.2.25, 1.4.1.
 2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.2.4, 1.2.6, 1.2.22, 1.2.23, 1.2.26, 1.2.29.
-

Семинар 4. Темы 4-5 Обратная матрица. Построение обратной матрицы. Матричные уравнения. Метод Крамера. Метод обратной матрицы. Контрольная работа № 1.

План семинара

1. Обратная матрица.
2. Присоединенная матрица.
3. Алгоритм вычисления обратной матрицы.
4. Решение систем линейных уравнений методом Крамера.
5. Матричные уравнения 2-го и 3-го порядка.

Задания

1. Разбор и решение задач Домашнего задания №№ 1.2.6, 1.2.29.
2. Построение Обратной матрицы. Разбор и решение задачи 1.4.9.
3. Решение СЛУ методом Крамера. Разбор и решение задачи №№ 2.2.2.
4. Решение Матричных уравнений. Разбор и решение задачи №№ 1.4.27.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**Выполнение Контрольной работы №1.**

Контрольная работа №1: Операции над матрицами. Вычисление определителей. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса, методом Обратной матрицы, методом Крамера. Контрольная работа №1.

Вычисление матричного полинома, вычисление определителей.

Решение определенных систем линейных уравнений 3-го порядка

- а) методом Гаусса
- в) методом нахождения обратной матрицы.
- с) методом Крамера.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Контрольной работы №1 в письменной форме.
-

Семинар 5. Тема 6 Ранг матрицы. Теорема Кронекера-Капелли. Исследование систем линейных уравнений. Матричные уравнения. Базисный минор.

План семинара

1. Разбор и индивидуальное исправление ошибок в Контрольной работе № 1
2. Поиск ранга ступенчатой матрицы. Теорема Кронекера-Капелли.
3. Поиск ранга расширенной матрицы системы линейных уравнений.
4. Решение матричных уравнений.
5. Базисный минор, базисные и свободные переменные.
6. Базисное решение.

Задания

1. Нахождение ранга ступенчатой матрицы в задачах Домашнего задания №№ 1.1.79, 1.1.80
2. Нахождение ранга расширенной матрицы системы линейных уравнений в Задаче о фермере (три варианта). Исследование совместности систем линейных уравнений.
3. Решение Матричных уравнений. Разбор и решение задачи №№ 1.4.30.
4. Исследовать систему линейных уравнений. Если она совместна, указать базисный минор, базисные и свободные переменные. Найти базисное решение.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 + 2x_4 = -2 \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 + x_4 = -3 \\ -x_1 + x_2 - 3x_3 + 3x_4 = 15 \end{cases}$$

5. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 1.1.28, 1.3.2, 1.3.18, 1.4.29, 2.1.47, 2.1.15.

Семинар 6. Темы 8-10 Аналитическая геометрия на плоскости. Метод координат. Прямая на плоскости. Взаимное расположение прямых.

План семинара

1. Декартовы координаты точек на прямой и на плоскости.
2. Расстояние между двумя точками на плоскости (или длина отрезка).
3. Задача о делении отрезка в данном отношении.
4. Уравнение с угловым коэффициентом.
5. Уравнение прямой, проходящей через данную точку в данном направлении.
6. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки.
7. Уравнение прямой в отрезках.
8. Общее уравнение прямой на плоскости и его исследование.
9. Построение прямой на плоскости по его уравнению.
10. Определение угла между двумя прямыми на плоскости.

Задания

1. На оси абсцисс найти точку, равноудаленную от точек A(2;3) и B(5;6).
2. Даны точки A(-2;4), B(6;-2) и C(-5; 0). Найти координаты точки D, делящей отрезок BC в отношении $\frac{|AB|}{|AC|}$, где |AB| - расстояние между точками A и B, а |AC| - между точками A и C.
3. Даны точки A(-2;4), B(6;-2). Составить уравнение прямой, проходящей через точки A и B.
4. Построить прямую, задаваемую уравнением: $-\frac{x}{4} + \frac{y}{5} = 1$.
5. Записать уравнения прямой Задания 4 в виде уравнения с угловым коэффициентом и в виде общего уравнения.
6. Определение угла между прямыми. Разбор и решение задач №№ 4.2.52

4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: №№ 4.1.10, 4.2.2, 4.24, 4.2.5, 4.2.7, 4.2.9, 4.2.10.

Семинар 7. Тема 10 Аналитическая геометрия на плоскости. Взаимное расположение прямых (продолжение). Использование метода координат в задачах геометрии.

План семинара

1. Условие параллельности и перпендикулярности прямых на плоскости, заданных уравнениями с угловым коэффициентом.
2. Условие параллельности и перпендикулярности прямых на плоскости, заданных общими уравнениями.
3. Метод координат на плоскости: вычисление длин сторон треугольника, медианы, высоты, биссектрисы.
4. Поиск длины медианы и высоты.
5. Поиск уравнений биссектрисы.
6. Поиск площади треугольника.

Задания

1. Пересечение, параллельность, перпендикулярность прямых. Разбор и решение задач №№ 4.2.56, 4.2.57, 4.2.58.
2. Дан треугольник с вершинами A(2,3), B(6,3), C(6,-5). Найти длину медианы AM, уравнение высоты AR.
3. Для того же треугольника A(2,3) B(6,3) C(6,-5) найти площадь и уравнение биссектрисы BK.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Выполнение Итоговой Контрольной работы №2.

Итоговая Контрольная работа (№ 2)

1. Решение матричного уравнения.
2. Исследование систем линейных уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.

3. Решение неопределенных систем линейных уравнений.
4. Задача на исследование взаимного расположения прямых.
5. Задача на нахождение характеристик треугольника с помощью методов Аналитической Геометрии.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Итоговой Контрольной работы в письменной форме.
2. Подготовка индивидуального вопроса Коллоквиума по теоретическому материалу I семестра в письменной форме.

Семинар 8. Контрольная работа № 3 Коллоквиум по теоретическому материалу

Контрольная работа № 3 Коллоквиум по теоретическому материалу курса «Линейная алгебра», Часть I, I семестр. Контрольные вопросы 1-26.

Семинар 1. Темы 12-13 Векторная алгебра. Векторы, действия над векторами. Линейные векторные пространства. Линейная зависимость и линейная независимость векторов.

План семинара

1. Векторная алгебра. Сумма, разность векторов. Произведение вектора на число.
2. Условие коллинеарности и компланарности векторов.
3. Скалярное произведение векторов.
4. Линейные операции над векторами.
5. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Определение через ранг ступенчатой матрицы, чьи строки являются векторами совокупности.

Задания

1. Направленные отрезки. Сумма, разность векторов. Произведение вектора на число. Разбор и решение задач №№ 3.1.1, 3.1.2.
2. Скалярное произведение векторов. Разбор и решение задачи № 3.2.1
3. Использование методов векторной алгебры в задачах №№ 3.1.3, 3.1.8.
4. Определение линейной зависимости и независимости векторов. На примере совокупности векторов: $\vec{a}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$
6. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ: № 3.2.3. Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой.

$$\vec{a}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Семинар 2. Тема 13 Базис системы векторов. Разложение вектора по базису.

План семинара

1. Базис системы (совокупности) векторов.
2. Разложение векторов по данному базису. Координаты вектора.

Задания

1. Указание базиса системы векторов в задаче Домашнего задания к Семинару 1.
2. Разбор задачи на нахождение координат векторов в базисе системы векторов:

ЗАДАЧА О РАЗЛОЖЕНИИ ВЕКТОРА ПО БАЗИСУ

Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой. Найти базис данной системы векторов и разложение каждого из векторов

данной совокупности в этом базисе. $\vec{a}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой. Найти базис данной системы векторов и разложение каждого из векторов данной совокупности в этом базисе. $\vec{a}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$

Семинар 3. Тема 14. Линейные операторы. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора.

План семинара

1. Линейный оператор и матрица линейного оператора.
2. Характеристическое уравнение матрицы линейного оператора.
3. Собственные значения матрицы - корни характеристического уравнения.

Задания

1. Повторение задачи на нахождение координат векторов в базисе системы векторов. Разбор и решение задачи Домашнего задания к Семинару 2.
2. Вычисление собственных значений и собственных векторов операторов с матрицами 2-го, 3-го порядка.

3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ К СЕМИНАРУ №3:

- 1) Найти собственные значения и собственные векторы матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$
- 2) Показать, что матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ - подобны.
- 3) Найти собственные векторы матрицы B .
- 4) Показать на примере матрицы B , что
 - а) сумма собственных значений матрицы равна сумме ее диагональных членов.
 - б) произведение собственных значений матрицы равно ее Определителю.

Семинар 4. Тема 15. Квадратичные формы.

План семинара

1. Понятие квадратичной формы.
2. Канонический вид квадратичной формы.
3. Положительная и отрицательная определенность квадратичных форм.
4. Способы установления знакоопределенности квадратичных форм:
 - а) По знаку с. з. матрицы
 - б) По критерию Сильвестра.

Задания

1. Поиск матрично-векторной вида квадратичной формы.
2. Поиск симметрической матрицы квадратичной формы.

3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Записать квадратичную форму в матрично-векторном виде. Выяснить, является ли квадратичная форма положительно определенной, отрицательно определенной, неопределенной. $\zeta = 2x_2^2 + 4x_3^2 + 12x_1x_2 + 4x_1x_3 + 2x_2x_3$

Записать квадратичную форму в матрично-векторном виде. Выяснить, является ли квадратичная форма положительно определенной, отрицательно определенной, неопределенной. $\zeta = x_1^2 + 3x_2^2 - 3x_3^2 + 8x_1x_2 - 6x_1x_3 + 4x_2x_3$

Семинар 5. Тема 16. Комплексные числа и многочлены. Контрольная работа № 1.

План семинара

1. Алгебраическая, тригонометрическая, показательная формы комплексного числа.
2. Графическое представление комплексного числа.
3. Операции над комплексными числами.

Задания

1. Поиск алгебраической, тригонометрической, показательной форм комплексного числа.
2. Представление комплексного числа на комплексной плоскости.
3. Операции над комплексными числами в алгебраической и тригонометрической форме. Разбор и решение следующих задач:

Комплексные числа в алгебраической форме изобразить векторами на плоскости и представить в тригонометрической форме. $Z_1 = -4 + 4i$; $Z_2 = -3 - i\sqrt{3}$.

- а) Записать в алгебраической форме $Z_0 = Z_1 + Z_2$.

- в) Записать в алгебраической и тригонометрической формах. $Z_3 = Z_1 \times Z_2 ; Z_4 = Z_1^4$.
 с) Записать в тригонометрической форме. $Z_5 = Z_1 Z_2 ; Z_6 = \sqrt[3]{Z_1}$

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Контрольная работа № 1: Собственные значения и собственные векторы Матрицы Линейного Оператора. Базис системы векторов и разложение векторов по базису. Операции над комплексными числами. Квадратичные формы.

Контрольная работа №1.

1. Собственные векторы и собственные значения.
2. Базис системы векторов.
3. Операции над комплексными числами.
4. Квадратичные формы.

Семинар 6. Тема 17 Линейное программирование. Линейные задачи оптимизации.

План семинара

1. Работа над ошибками при решении задач Контрольной работы № 1.
2. Стандартная Задача Линейного Программирования (ЗЛП).
3. Графический метод решения ЗЛП с двумя переменными.
4. Область допустимых значений. Различные типы множеств допустимых значений ЗЛП.
5. Целевая функция. Вектор-градиент целевой функции.
6. Нахождение оптимального решения ЗЛП.

Задания

1. Разбор типичных ошибок в решении задач Контрольной работы № 1.
2. Разбор и индивидуальное исправление ошибок в Контрольной работе № 1.
3. Решение ЗЛП с двумя переменными графическим методом: построение Области Допустимых Значений (ОДЗ).
4. Построение Вектора-градиента целевой функции.
5. Нахождение оптимального решения ЗЛП.
6. **ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:** Решить ЗЛП графическим методом:

а) $F(x) = x_1 + x_2 \rightarrow$

$$\max \{ 2x_1 + x_2 \geq 3 \mid \{ 3x_1 - x_2 \leq 6 \mid \{ x_1 + 3x_2 \geq 3 \mid \{ x_1 - x_2 \geq -2 \mid \{ x_1 + x_2 \leq 5 \}$$

б) $F(x) = 6x_1 + 2x_2 \rightarrow$

$$\max \{ -x_1 + x_2 \leq 5 \mid \{ 3x_1 + x_2 \geq 3 \mid \{ x_1 - x_2 \leq 2 \mid \{ x_1 \leq 6 \mid \{ x_2 \leq 6 \}$$

Семинар 7. Тема 18 Транспортная Задача Линейного Программирования. Теория двойственности. Взаимодвойственные ЗЛП.

План семинара

1. Сбалансированная Транспортная Задача.
2. Сведение Сбалансированной Транспортной Задачи с матрицей 2x3 к стандартной Задаче Линейного Программирования.
3. Графический метод решения Транспортной Задачи с матрицей 2x2.
4. Принципы построения пары взаимодвойственных Задач Линейного Программирования.
5. Таблица соответствия между неизвестными параметрами взаимодвойственных ЗЛП.

Задания

1. Поиск оптимального решения Стандартной Задачи Линейного Программирования. Разбор и решение задач Домашнего задания к Семинару.
2. Математическая постановка текстовой Транспортной Задачи.

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА:

Сбалансированная транспортная задача - это задача о перевозках, в которой общий объем товаров, готовых к отправлению, в точности равен объему товаров, который готовы принять в пунктах назначения.

2		Стоимость перевозок к потребителю (млн. руб. за 1 тыс.ед.)			Наличие (тыс.ед.)
		B1	B2	B3	
Склад	A1	8	5	6	120
Склад	A2	4	9	7	180
Запрос (тыс.ед.)		70	140	90	300

3. Сведение Сбалансированной Транспортной Задачи с матрицей 2x3 к стандартной ЗЛП и решение ЗЛП.
4. Пример нахождения решения Транспортной Задачи с матрицей 2x2 Графическим методом.
5. Построение и решение Двойственной задачи к ЗЛП из Домашнего задания к Семинару 6.
2. Пример нахождения решения ЗЛП через решение соответствующей Двойственной задачи:

$$F(x) = -2x_1 + 2x_2 + 10x_3 + 4x_4 + 2x_5 \rightarrow \min$$

$$\{-x_1 + x_2 + 2x_3 - 2x_5 \geq 2 \mid \{-x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 3 \mid$$

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Итоговая Контрольная работа № 2

Итоговая Контрольная работа (№ 2)

1. Решение прямой задачи Линейного программирования (ЗЛП) графическим методом. Построение области допустимых значений.
 2. Графическое построение целевой функции ЗЛП.
 3. Поиск оптимального решения ЗЛП.
 4. Сбалансированная Транспортная задача.
 5. Построение двойственной задачи Линейного программирования и ее решение.
- Задания
1. Решение индивидуального варианта Итоговой Контрольной работы в письменной форме.
 2. Подготовка индивидуального вопроса Коллоквиума по теоретическому материалу II семестра в письменной форме.

Семинар 8. Контрольная работа № 3. Коллоквиум по теоретическому материалу

Контрольная работа № 3 Коллоквиум по теоретическому материалу курса «Линейная алгебра, Часть II», II семестр. Контрольные вопросы 1-38.

Части I и II, второй семестр

Семинар 1. Темы 1-2 Системы линейных уравнений (СЛУ). Метод Гаусса. Матрицы. Операции над матрицами.

План семинара

1. Системы линейных уравнений 2, 3, n-го порядка. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Три типа систем линейных уравнений.
1. Матрицы: виды матриц.
2. Матричные операции: сложение, умножение, возведение в степень. Возможность выполнения в зависимости от размерности, правила выполнения, свойства. Транспонирование матриц.
3. Матричный полином.

Задания

1. Разбор и решение задачи № 2.1.37 - Метод Гаусса. (Здесь и далее все №№ практических заданий даны по Задачнику [3] из списка Обязательной Литературы.)
2. Матрицы. Разбор и решение задач №№ 1.1.1, 1.1.2, 1.1.11, 1.1.7, 1.1.21

Семинар 2. Темы 3-5 Определители матриц, миноры и алгебраические дополнения. Теорема Лапласа. Обратная матрица. Построение обратной матрицы. Метод обратной матрицы. Матричные уравнения. Метод Крамера.

План семинара

1. Определитель матрицы 2-ого порядка, 3-ого порядка.
2. Правило «треугольников» (правило Саррюса).
3. Миноры и алгебраические дополнения.
4. Определитель матрицы n-го порядка. Теорема Лапласа. Вычисление определителей методом разложения по строке или столбцу.
5. Обратная матрица.
6. Присоединенная матрица.
7. Алгоритм вычисления обратной матрицы.
8. Решение систем линейных уравнений методом Обратной матрицы.
9. Матричные уравнения 2-го и 3-го порядка.
10. Решение систем линейных уравнений методом Крамера.

Задания

1. Вычисление Определителей 2-ого порядка, 3-ого порядка. Разбор и решение задач №№ 1.2.1, 1.2.20, 1.2.13, 1.2.24, 1.2.25, 1.4.1.
2. Вычисление миноров. Вычисление Определителей матриц 3-го и 4-ого порядка. Разбор и решение задач №№ 1.2.24, 1.2.25, 1.4.1.
3. Разбор и решение задач Домашнего задания №№ 1.2.6, 1.2.29.
4. Построение Обратной матрицы. Разбор и решение задачи 1.4.9.
5. Решение систем линейных уравнений методом Обратной матрицы, методом Крамера. Разбор и решение задачи №№ 2.2.2.
6. Решение Матричных уравнений. Разбор и решение задачи №№ 1.4.27.

Семинар 3. Тема 6 Ранг матрицы. Теорема Кронекера-Капелли. Исследование систем линейных уравнений. Базисный минор. Контрольная работа №1.

План семинара

1. Поиск ранга ступенчатой матрицы. Теорема Кронекера-Капелли.
2. Поиск ранга расширенной матрицы системы линейных уравнений.
3. Решение матричных уравнений.
4. Базисный минор, базисные и свободные переменные.
5. Базисное решение.

Задания

1. Поиск ранга ступенчатой матрицы в задачах №№ 1.1.79, 1.1.80
2. Поиск ранга расширенной матрицы системы линейных уравнений в Задаче о фермере (три варианта). Исследование совместности систем линейных уравнений.
3. Решение Матричных уравнений. Разбор и решение задачи №№ 1.4.30.
4. Исследовать систему линейных уравнений. Если она совместна, указать базисный минор, базисные и свободные переменные. Найти базисное решение.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 + 2x_4 = -2 \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 + x_4 = -3 \\ -x_1 + x_2 - 3x_3 + 3x_4 = 15 \end{cases}$$

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Выполнение Контрольной работы №1.

Контрольная работа №1.

1. Вычисление матричного полинома, вычисление определителей.
2. Решение определенных систем линейных уравнений 3-го порядка
 - а) методом Гаусса
 - в) методом нахождения обратной матрицы.
 - с) методом Крамера.

3. Решение матричного уравнения.
4. Исследование систем линейных уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
5. Решение неопределенных систем линейных уравнений.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Контрольной работы №1 в письменной форме.

Семинар 4. Темы 8-10, 12 Аналитическая геометрия на плоскости. Метод координат. Прямая на плоскости. Взаимное расположение прямых. Использование метода координат в задачах геометрии. Векторная алгебра. Векторы, действия над векторами.

План семинара

1. Декартовы координаты точек на прямой и на плоскости.
2. Расстояние между двумя точками на плоскости (или длина отрезка). Задача о делении отрезка в данном отношении.
3. Уравнение с угловым коэффициентом.
4. Уравнение прямой в отрезках.
5. Общее уравнение прямой на плоскости и его исследование.
6. Построение прямой на плоскости по его уравнению.
7. Определение угла между двумя прямыми на плоскости.
8. Условие параллельности и перпендикулярности прямых на плоскости, заданных уравнениями с угловым коэффициентом.
9. Исследование взаимного расположения пар прямых на плоскости, заданных общими уравнениями.
10. Поиск координат точки пересечения прямых на плоскости.
11. Метод координат на плоскости: вычисление длин сторон треугольника, медианы, высоты, биссектрисы.
12. Поиск уравнений медианы, высоты, биссектрисы, сторон треугольника, площади треугольника.
13. Векторная алгебра. Сумма, разность векторов. Произведение вектора на число.
14. Условие коллинеарности и компланарности векторов.
15. Скалярное произведение векторов.

Задания

1. На оси абсцисс найти точку, равноудаленную от точек $A(2;3)$ и $B(5;6)$.
2. Даны точки $A(-2;4)$, $B(6;-2)$ и $C(-5; 0)$. Найти координаты точки D , делящей отрезок BC в отношении $\frac{|AB|}{|AC|}$, где $|AB|$ - расстояние между точками A и B , а $|AC|$ - между точками A и C .
3. Определение угла между прямыми. Разбор и решение задач №№ 4.2.52
4. Пересечение, параллельность, перпендикулярность прямых. Разбор и решение задач №№ 4.2.56, 4.2.57, 4.2.58.
5. Направленные отрезки. Сумма, разность векторов. Произведение вектора на число. Разбор и решение задач №№ 3.1.1, 3.1.2.
6. Скалярное произведение векторов. Условие ортогональности и коллинеарности векторов. Разбор и решение задачи № 3.2.1

Семинар 5. Темы 13-14 Векторная алгебра. Линейные векторные пространства. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Базис системы векторов. Разложение вектора по базису. Линейные операторы. Собственные значения и собственные векторы линейного оператора.

План семинара

1. Линейные операции над векторами.
2. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Определение через ранг ступенчатой матрицы, чьи строки являются векторами совокупности.
3. Базис системы (совокупности) векторов.
4. Разложение векторов по данному базису. Координаты вектора.
5. Линейный оператор и матрица линейного оператора.

6. Характеристическое уравнение матрицы линейного оператора.
7. Собственные значения матрицы - корни характеристического уравнения.

Задания

1. Использование методов векторной алгебры в задачах №№ 3.1.3, 3.1.8, 3.2.3.
2. Определение линейной зависимости и независимости векторов. На примере совокупности векторов: $\vec{a}_1 = (1| \) (3| \) (1| \)$

3. Разбор задачи на нахождение координат векторов в базисе системы векторов:

ЗАДАЧА О РАЗЛОЖЕНИИ ВЕКТОРА ПО БАЗИСУ

Определить, является ли данная совокупность векторов линейно зависимой. Найти базис данной системы векторов и разложение каждого из векторов

данной совокупности в этом базисе. $\vec{a}_1 = (1| \) (0| \)$

4. Вычисление собственных значений и собственных векторов операторов с матрицами 2-го, 3-го порядка.

Семинар 6. Темы 15-16 Квадратичные формы. Комплексные числа и многочлены.**Контрольная работа №2.**

План семинара

1. Понятие квадратичной формы.
2. Канонический вид квадратичной формы.
3. Положительная и отрицательная определенность квадратичных форм.
4. Способы установления знакоопределенности квадратичных форм: а) По знаку с. з. матрицы
б) По критерию Сильвестра.
5. Алгебраическая, тригонометрическая, показательная формы комплексного числа.
6. Графическое представление комплексного числа.
7. Операции над комплексными числами.

Задания

1. Записать квадратичные формы в матрично-векторном виде. Выяснить, являются ли квадратичные формы положительно определенными, отрицательно определенными, неопределенными.

$$(a) \zeta = 2x_2^2 + 4x_3^2 + 12x_1x_2 + 4x_1x_3 + 2x_2x_3$$

$$(b) \zeta = x_1^2 + 3x_2^2 - 3x_3^2 + 8x_1x_2 - 6x_1x_3 + 4x_2x_3$$

2. Комплексные числа, данные в алгебраической форме, изобразить векторами на плоскости и представить в тригонометрической форме. $Z_1 = -4 + 4i; Z_2 = -3 - i\sqrt{3}$.

- а) Записать в алгебраической форме

$$Z_0 = Z_1 + Z_2.$$

- в) Записать в алгебраической и тригонометрической формах.

$$Z_3 = Z_1 \times Z_2; Z_4 = Z_1^4.$$

- с) Записать в тригонометрической форме.

$$Z_5 = Z_1 Z_2; Z_6 = \sqrt[3]{Z_1}$$

3. Операции над комплексными числами в алгебраической и тригонометрической форме. Разбор и решение задач №№ 10.2.3 (а, б), 10.2.4 (а, б).

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:**Выполнение Контрольной работы № 2.****Контрольная работа №2.**

1. Задача на исследование взаимного расположения прямых.
2. Задача на поиск характеристик треугольника с помощью методов Аналитической Геометрии.
3. Собственные векторы и собственные значения.
4. Базис системы векторов.
5. Операции над комплексными числами.
6. Квадратичные формы.

Задания

- 1 Решение индивидуального варианта Контрольной работы №2 в письменной форме.

Семинар 7. Темы 17-18, 20 Линейное программирование. Линейные задачи оптимизации. Графический метод решения Задач Линейного Программирования (ЗЛП). Транспортная ЗЛП. Теория двойственности. Взаимодвойственные ЗЛП.

План семинара

1. Стандартная ЗЛП.
2. Графический метод решения ЗЛП с двумя переменными.
3. Область допустимых значений. Различные типы множеств допустимых значений ЗЛП.
4. Целевая функция. Вектор - градиент целевой функции.
5. Поиск оптимального решения ЗЛП графическим методом.
6. Различные типы множеств допустимых решений ЗЛП.
7. Сбалансированная Транспортная Задача.
8. Сведение Сбалансированной Транспортной Задачи с матрицей 2x3 к стандартной ЗЛП.
9. Графический метод решения Транспортной Задачи с матрицей 2x2.
10. Принципы построения пары взаимодвойственных ЗЛП.
11. Таблица соответствия между неизвестными парами взаимодвойственных ЗЛП.

Задания

1. Решение ЗЛП с двумя переменными графическим методом: построение Области Допустимых Значений (ОДЗ).
2. Построение Вектора-градиента целевой функции.
3. Поиск оптимального решения ЗЛП Графическим методом.
4. Математическая постановка текстовой Транспортной Задачи.

ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА:

Сбалансированная транспортная задача – это задача о перевозках, в которой общий объем товаров, готовых к отправлению, в точности равен объему товаров, который готовы принять в пунктах назначения.

<u>З</u>	Стоимость (млн. руб. - B1	перевозок к за 1 тыс.ед.) B2	потребителю --- B3	Наличие (тыс.ед.)
Склад A1	8	5	6	120
Склад A2	4	9	7	180
Запрос (тыс.ед.)	70	140	90	300

5. Сведение Сбалансированной Транспортной ЗЛП с матрицей 2x3 к стандартной ЗЛП и ее решение.
6. Пример нахождения решения Транспортной ЗЛП с матрицей 2x2 Графическим методом.
7. Построение и решение Двойственной задачи к ЗЛП.
8. Пример поиска решения ЗЛП через решение соответствующей Двойственной задачи: $F(x) = -2x_1 + 2x_2 + 10x_3 + 4x_4 + 2x_5 \rightarrow \min$

$$\{-x_1 + x_2 + 2x_3 - 2x_5 \geq 2 \mid \{-x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 3\}$$

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

Выполнение Итоговой Контрольной работы (№ 3).

Контрольная работа № 3

1. Решение прямой ЗЛП графическим методом.
2. Решение двойственной ЗЛП.
3. Сбалансированная Транспортная задача.

Задания

1. Решение индивидуального варианта Итоговой Контрольной работы в письменной форме.
2. Подготовка индивидуального вопроса Коллоквиума по теоретическому материалу курса «Линейная алгебра» в письменной форме.

План семинара

1. Проверка решений задач Итоговой Контрольной работы.
2. Разбор и индивидуальное исправление ошибок в Итоговой Контрольной работе.
3. Контрольная работа № 4: Коллоквиум по теоретическому материалу. Контрольные вопросы 1-64.
4. Аттестация студентов согласно Рейтинговой системе оценивания.

9.2. Методические рекомендации по подготовке письменных работ.

Работа выполняется печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа формата А4 через полтора (1,5) интервала. Тип шрифта (гарнитура) -Times New Roman, кегль (размер) шрифта - 14.

В работе не допускается использование шрифтаразных гарнитур.

Страницы имеют следующие поля: левое 25 мм, правое - 10 мм, верхнее и нижнее - 20 мм.

Абзацный отступ одинаковый по всему тексту и равен 5 знакам.

Структура работы:

- Титульный лист
- Оглавление
- Введение
- Текст работы (главы)
- Заключение
- Список источников и литературы
- Приложения

Все структурные элементы работы начинаются с нового листа. Заголовки располагаются посередине страницы и указываются прописными буквами без кавычек и точки в конце, выделяются полужирным шрифтом. Переносить слова в заголовке не допускается. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте.

Иллюстрации, используемые в тексте работы, размещаются после первой ссылки на них и сопровождаются словами «Рисунок», «Таблица», «Схема», «График» и т.п. Все иллюстрации нумеруются сквозной нумерацией арабскими цифрами в порядке упоминания в тексте (для каждого вида иллюстраций своя нумерация).

Приложения должны иметь тематические заголовки и нумеруются арабскими цифрами.

Перечень приложений указывается в оглавлении.

Все страницы работы, включая приложения, нумеруются по порядку. Первой страницей считается титульный лист, на нем номер не ставится. Порядковый номер печатается вверху страницы по центру.

Библиографические ссылки в виде подстрочных примечаний оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Нумеруются арабскими цифрами в пределах страницы, т.е. с каждой следующей страницы нумерация подстрочных примечаний начинается с цифры «1».

Допускается нумеровать в пределах структурных частей работы. Список источников и литературы охватывает все документы, использованные при выполнении письменной работы.

В него включаются библиографические записи документов, оформленные в соответствии с действующими стандартами:

- ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления
- ГОСТ 7.80-2000. Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления
- ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления писем, расчеты и т.д. . Причем их наличие значительно повышает ценность работы.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: обеспечение уровня математической грамотности студентов, достаточного для формирования навыков математической постановки и решения классических задач линейного программирования, моделирования процессов управления и экономики.

Задачи:

- изучение основ линейной алгебры, аналитической геометрии и линейного программирования;
- выработка навыков решения типовых математических задач;
- развитие логического и алгоритмического мышления, умения строго излагать свои мысли;
- формирование умения применять основные понятия и методы линейной алгебры и линейного программирования для расчета различных количественных характеристик в задачах экономической теории и теории управления.

В результате освоения дисциплины «Линейная алгебра» обучающийся должен:

Знать основы линейной алгебры, аналитической геометрии и линейного программирования для анализа и оценки информации, для анализа результатов экономико-статистических исследований;

Уметь использовать математический аппарат теории матриц, линейных пространств, линейных операторов; анализировать и решать системы линейных уравнений; решать простейшие задачи линейного программирования; применять усвоенные математические понятия и методы анализа для выработки оптимальных решений в сфере экономики и управления; применять усвоенные математические понятия и методы анализа результатов экономико-статистических исследований и делать на их основе качественные и количественные выводы для решения практических задач;

Владеть навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; методикой построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния и прогноза развития экономических явлений и процессов; навыками применения современного математического инструментария анализа результатов экономико-статистических исследований, навыками делать качественные и количественные выводы для решения практических задач.