

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 07.10.2026 21:18:46
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bdfd9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра аналитических и цифровых технологий

«Утверждаю»

Проректор по учебно-методической работе

Ю.А. Устименко
«15» июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.О.08.01 Линейная алгебра**

Направление подготовки: 38.05.01 Экономическая безопасность

Направленность (профиль): Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности

Форма обучения – заочная

Курс – 1

Семестр – 1

Всего зачетных единиц – 5; всего часов – 180

Форма отчетности: зачет – 1 курс, экзамен – 1 курс.

Программу разработал:

кандидат физико-математических наук доцент М.Б. Банару

Одобрена на заседании кафедры аналитических и цифровых технологий
«8» июня 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой _____ Д.С. Букачев

Смоленск
2023

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Линейная алгебра» относится к базовой части образовательной программы по направлению подготовки 38.05.01 Экономическая безопасность, направленность (профиль): Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности.

Обучение происходит в первом семестре. Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в средней школе при изучении школьного курса математики.

Освоение данной дисциплины необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин как теория вероятностей и математическая статистика, методы оптимальных решений и теория игр, эконометрика и др.

Изучение курса основано на традиционных методах отечественной высшей школы, тесной взаимосвязи со смежными курсами, а также на использовании как современной учебной и методической литературы, так и классических книг.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения <i>(в соответствии с разделом 7 общей характеристики ОП ВО)</i>
ОПК-1: Способен использовать знания и методы экономической науки, применять статистико-математический инструментарий, строить экономико-математические модели, необходимые для решения профессиональных задач, анализировать и интерпретировать полученные результаты.	Знать: теоретические основы экономической науки; статистико-математический инструментарий, применяемый при решении профессиональных задач; способы анализа, систематизации, обобщения экономической информации; методы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов; методы критического осмысления экономической информации в ходе решения профессиональных задач и выбора путей их эффективного решения. Уметь: ориентироваться в социально-экономических процессах; выявлять особенности и закономерности функционирования современных экономических систем; осмысливать основные экономические показатели, характеризующие функционирование экономической системы на макро- и микроуровнях; применять на практике статистико-математический инструментарий для решения профессиональных задач; строить на основе описания ситуаций стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты. Владеть: понятийным аппаратом современной экономической теории; навыками поиска и использования информации, необходимой для осуществления анализа современной экономики, применения статистико-математического инструментария, современной методикой построения и анализа эконометрических моделей, навыками выявления взаимосвязей и взаимозависимости экономических явлений в профессиональной деятельности.
ПК-1: Способен обосновывать выбор методик расчета экономических показате-	Знать: различные методики расчета экономических показателей в соответствии с действующей нормативно-правовой базой с использованием лучших

телей в соответствии с действующей нормативно-правовой базой, рассчитывать экономические показатели, характеризующие социально-экономические процессы на различных уровнях в целях выявления рисков и угроз экономической безопасности.	практик, оценивать экономические показатели, характеризующие социально-экономические процессы на различных уровнях в целях выявления рисков и угроз экономической безопасности. Уметь: производить расчет экономические показатели, характеризующие социально-экономические процессы на различных уровнях в целях выявления рисков и угроз экономической безопасности. Владеть: навыками использования различных методик для расчета экономических показателей в соответствии с действующей нормативно-правовой базой, рассчитывать экономические показатели, характеризующие социально-экономические процессы на различных уровнях в целях выявления рисков и угроз экономической безопасности.
--	---

3. Содержание дисциплины

- 1. Матрицы и определители.** Операции над матрицами. Определители квадратных матриц и их свойства. Миноры и алгебраические дополнения. Обратная матрица. Матричные уравнения. Собственные значения матриц.
- 2. Системы линейных уравнений.** Система линейных уравнений. Матричная форма СЛУ. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса. Решение систем линейных уравнений методом Крамера. Системы линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.
- 3. Системы векторов.** Векторы и операции над ними. Системы векторов. Линейная зависимость и линейная независимость систем векторов. Базис и ранг системы векторов. Ранг матрицы..
- 4. Квадратичные формы.** Приведение квадратичной формы к каноническому виду.
- 5. Комплексные числа.** Операции над комплексными числами. Алгебраическая форма комплексного числа. Модуль и аргумент комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Формула Муавра.
- 5. Элементы аналитической геометрии.** Геометрические векторы на плоскости и в пространстве. Скалярное, векторное и смешанное произведения. Уравнения прямой и плоскости. Кривые второго порядка на плоскости.

4. Тематический план Зимняя сессия

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			Лекции	Практиче- ские заня- тия	Лабор. занятия	Самостоя- тельная работа
1	Матрицы и определители	24	4	4	0	16
2	Системы линейных уравнений	29	4	4	0	21
3	Системы векторов	10	2	2	0	6
4	Подготовка к зачету	4				4
Всего за семестр		67	10	10	0	47

Летняя сессия

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			Лекции	Практиче- ские заня- тия	Лабор. занятия	Самостоя- тельная работа
1	Квадратичные формы	12	2	2	0	8
2	Комплексные числа	48	4	4	0	40
3	Элементы аналитической геометрии	39	4	4	0	31
4	Подготовка к экзамену	9				9
Всего за семестр		108	10	10	0	79+9
ИТОГО		180	20	20	0	135

5. Виды образовательной деятельности

Зимняя сессия

Тема 1. Матрицы и определители

Лекция № 1. Понятие матрицы. Операции над матрицами и их свойства. Определители квадратных матриц и их свойства. Определители 2-го и 3-го порядка. Миноры и алгебраические дополнения

Лекция № 2. Обратная матрица. Различные способы нахождения обратной матрицы. Собственные значения матриц.

Тема 2. Системы линейных уравнений

Лекция № 3. Системы линейных уравнений. Решение систем линейных уравнений методом Гаусса.

Лекция № 4. Решение систем линейных уравнений с помощью обратной матрицы и методом Крамера. Системы линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.

Тема 3. Системы векторов

Лекция № 5. n-мерные векторы и операции над ними. Системы векторов. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов. Базис и ранг системы векторов. Ранг матрицы.

Летняя сессия

Тема 1. Квадратичные формы

Лекция № 1. Квадратичные формы. Приведение квадратичных форм к каноническому виду.

Тема 2. Комплексные числа

Лекция № 2. Комплексные числа и операции над ними. Тригонометрическая форма записи комплексного числа. Формула Муавра.

Лекция №3. Геометрический смысл уравнений $|z - a| = R$; $\text{Arg}(z - a) = \alpha$.

Решение квадратных уравнений в комплексных числах.

Тема 3. Элементы аналитической геометрии

Лекция № 4. Векторы на плоскости и в пространстве. Геометрическая интерпретация линейной зависимости и линейной независимости системы векторов. Скалярное произведение векторов и его свойства. Угол между векторами. Векторное произведение векторов и его свойства. Смешанное произведение векторов и его свойства.

Лекция № 5. Уравнения прямой на плоскости. Расстояние от точки до прямой. Уравнения плоскости. Уравнения прямой в пространстве. Угол между прямыми. Различные задачи аналитической геометрии на плоскости и в пространстве. Эллипс и его свойства. Гипербола и ее свойства. Парабола и ее свойства.

Практические занятия

1 семестр

Занятия 1. Матрицы. Операции над матрицами. Определители квадратных матриц и их свойства.

Теоретические вопросы

1. Что называется матрицей? Порядком матрицы? Квадратной матрицей?
2. Дайте определения операциям над матрицами: сложению матриц, умножению матрицы на число, умножению матриц. Какими свойствами обладают эти операции?
3. Что называется определителем квадратной матрицы?
4. По каким правилам можно находить определители матриц второго и третьего порядка?
5. Дайте определение минора элемента матрицы. Что называется алгебраическим дополнением элемента матрицы?
6. Сформулируйте теорему Лапласа. Как она помогает вычислять определители квадратных матриц?

Задачи и упражнения

1. Найдите $3A - 2 \cdot B$, $A \cdot B$, $B \cdot A$, $B^T \cdot A^T$ и A^2 , если:

$$\text{а) } A = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ -2 & 2 \end{pmatrix}; \quad \text{б) } A = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

2. Вычислите произведения матриц:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & -2 \\ 3 & -1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix}; \quad \text{б) } \begin{pmatrix} -2 & 5 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & 3 & -2 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix}.$$

3. При каких значениях a матрицы $A = \begin{pmatrix} a^2 & 2 \\ 2 & a \end{pmatrix}$ и $B = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 3 & a \end{pmatrix}$ перестановочны (то есть $A \cdot B = B \cdot A$)?

4. Вычислите определители:

$$\text{a)} \begin{vmatrix} -1 & 2 \\ 3 & 4 \end{vmatrix};$$

$$\text{б)} \begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 3 \\ 1 & 1 & 2 \end{vmatrix};$$

$$\text{в)} \begin{vmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & 1 \end{vmatrix}.$$

5. Для матрицы A вычислите алгебраические дополнения всех ее элементов:

$$\text{a)} A = \begin{pmatrix} -2 & 3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\text{б)} A = \begin{pmatrix} -2 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & 3 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

6. Вычислите определитель, пользуясь теоремой Лапласа

$$\text{a)} \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ 2 & -2 & 1 & 1 \\ 0 & 3 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 2 & 2 \end{vmatrix};$$

$$\text{б)} \begin{vmatrix} -1 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 3 & -1 & 2 \\ 3 & -1 & -4 & 0 \end{vmatrix}.$$

7. Решите уравнение $\det(A - x \cdot E) = 0$, где E – единичная матрица, если

$$\text{a)} A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\text{б)} A = \begin{pmatrix} -1 & -2 & 0 \\ 0 & -2 & 0 \\ 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

Домашнее задание

1. Найдите $(A - B)^2$ и $A^2 - 2A \cdot B + B^2$, если $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$.

2. Вычислите произведения матриц:

$$\text{a)} \begin{pmatrix} -1 & 2 & 2 \\ 3 & -2 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & -1 \\ 0 & -2 & 0 & -1 \end{pmatrix};$$

$$\text{б)} \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} \cdot (2 \quad -1 \quad 1).$$

3. Вычислите определитель:

$$\text{a)} \begin{vmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 3 & -1 \\ 3 & -1 & 2 \end{vmatrix};$$

$$\text{б)} \begin{vmatrix} -1 & 1 & 3 & 2 \\ -2 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 0 & 4 \\ 1 & 0 & -1 & 2 \end{vmatrix}.$$

4. Решите уравнение $\det(A + x \cdot E) = 0$, где E – единичная матрица, если $A = \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}$.

Занятия 2. Обратная матрица. Различные способы нахождения обратной матрицы.
Теоретические вопросы

1. Какая матрица называется обратимой? Невырожденной? Какая связь имеется между этими понятиями?
2. Как с помощью элементарных преобразований можно найти матрицу, обратную к данной?
3. По каким формулам и при каких условиях, наложенных на матрицы A , B и C , можно найти решения матричных уравнений $A \cdot X = B$, $X \cdot A = B$, $A \cdot X \cdot B = C$.
4. Сформулируйте алгоритм нахождения обратной матрицы с помощью определителя.

Задачи и упражнения

1. С помощью элементарных преобразований найдите матрицу, обратную к матрице:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}; \quad \text{б) } \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & -2 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

2. Решите матричное уравнение:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 3 & -5 \end{pmatrix} \cdot X = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3 \\ -1 & 2 & 1 \end{pmatrix}; \quad \text{б) } \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \cdot X \cdot \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

3. С помощью определителя найдите матрицу, обратную к матрице

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 2 & -2 \end{pmatrix}; \quad \text{б) } \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

4. Завод производит двигатели, которые либо сразу могут потребовать регулировки (в 40% случаях), либо сразу могут быть использованы (в 60% случаях). Как показывает опыт, те двигатели, которые изначально требовали регулировки, через месяц также потребуют регулировки в 65% случаях. Те же двигатели, которые не требовали регулировки, через месяц потребуют ее в 20% случаев. Какова доля двигателей, которые будут работать хорошо через два и три месяца после выпуска соответственно?

Указание: если $A = (a_{ij})$ – матрица перехода (a_{ij} – доля двигателей, находящихся в настоящее время в состоянии i , а через месяц будут в состоянии j), то вектор состояния $X_t = (x_{1t}, x_{2t})$ в момент времени t (x_{it} – доля двигателей, находящихся в момент времени t в состоянии i) находится по формуле: $X_t = X_0 \cdot A^t$, где X_0 – начальное состояние.

Домашнее задание

1. С помощью элементарных преобразований найдите матрицу, обратной к матрице

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & -2 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$\text{2. Решите матричное уравнение } \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} \cdot X \cdot \begin{pmatrix} -1 & 3 & -2 \\ 2 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & -2 \end{pmatrix}.$$

3. С помощью определителя найдите матрицу, обратную к матрице

$$a) \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & -2 \end{pmatrix};$$

$$б) \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}.$$

$$4. \text{ Решите уравнение } \det(A + x \cdot A^{-1}) = 0, \text{ где } A = \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}$$

Занятие 3. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений

Теоретические вопросы

1. Что называется решением системы уравнений с n переменными?
2. Какие системы уравнений называются равносильными?
3. Перечислите известные Вам элементарные преобразования систем уравнений?
4. Какая система называется разрешенной?
5. В чем состоит суть метода Гаусса?
6. Что называется общим решением системы линейных уравнений?

Задачи и упражнения

1. Решите системы уравнений методом Гаусса:

$$a) \begin{cases} x_1 + 3x_2 - 3x_3 = 2, \\ 4x_1 + 4x_2 - 4x_3 = 5, \\ -x_1 - 5x_2 + 7x_3 = -1; \end{cases}$$

$$б) \begin{cases} x_1 - x_2 + 3x_3 + x_4 = 6, \\ 7x_1 + 5x_2 - 7x_3 - x_4 = 8, \\ x_1 + 8x_2 - 18x_3 - 5x_4 = -6; \end{cases}$$

$$в) \begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 0, \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 0, \\ 2x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1; \end{cases}$$

$$г) \begin{cases} 2x_1 - x_2 - 3x_3 - 2x_4 - x_5 = 3, \\ 4x_1 - x_2 - 9x_3 - 7x_5 = 6, \\ -x_1 - 3x_2 + 10x_3 - 4x_4 + 6x_5 = 3, \\ 3x_1 - 6x_3 - x_4 - 4x_5 = 4. \end{cases}$$

2. Найдите решение системы уравнений в зависимости от параметра a :

$$a) \begin{cases} ax_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 + ax_2 + x_3 = 1, \\ x_1 + x_2 + ax_3 = 1; \end{cases}$$

$$б) \begin{cases} (1+a)x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 + (1+a)x_2 + x_3 = a, \\ x_1 + x_2 + (1+a)x_3 = a^2. \end{cases}$$

Домашнее задание

1. Решите системы уравнений методом Гаусса:

$$a) \begin{cases} x_1 - 3x_2 = 4, \\ 2x_1 + 3x_2 = -1; \end{cases}$$

$$б) \begin{cases} 3x_1 - x_2 + 2x_3 = 3, \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 = 3, \\ x_1 + 5x_2 - 4x_3 = 7; \end{cases}$$

$$в) \begin{cases} 3x_1 - x_2 + 3x_3 = 5, \\ x_1 - x_2 + 4x_3 = 4, \\ 2x_1 - 3x_2 + 5x_3 = 4, \\ x_1 + 3x_2 - x_3 = 0; \end{cases}$$

$$г) \begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 - 2x_4 + x_5 = 4, \\ 3x_1 + 6x_2 + 5x_3 - 4x_4 + 3x_5 = 5, \\ x_1 + 2x_2 + 7x_3 - 4x_4 + x_5 = 11. \end{cases}$$

Занятие 4. Решение систем линейных уравнений с помощью обратной матрицы и по формулам Крамера

Теоретические вопросы

1. Какие системы линейных уравнений можно решить методом обратной матрицы? По формулам Крамера?

2. Сформулируйте алгоритм решения систем линейных уравнений методом обратной матрицы.
3. Сформулируйте алгоритм решения систем линейных уравнений по формулам Крамера.

Задачи и упражнения

1. Решите системы уравнений двумя методами: методом обратной матрицы и по формулам Крамера:

$$\begin{array}{lll} \text{а) } \begin{cases} 2x_1 - 3x_2 = 7, \\ 5x_1 + 7x_2 = 3; \end{cases} & \text{б) } \begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 2, \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = 9, \\ x_1 - 4x_2 - 2x_3 = 3; \end{cases} & \text{в) } \begin{cases} 4x_1 + 2x_2 - x_3 = 1, \\ 5x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 2, \\ 3x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0. \end{cases} \end{array}$$

2. Найдите все значения параметра a , при которых система уравнений
$$\begin{cases} 2ax + 8y = 7, \\ 9x + ay = 3 \end{cases}$$
 имеет единственное решение.

Домашнее задание

1. Решите системы уравнений двумя методами: методом обратной матрицы и по формулам Крамера:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \begin{cases} x_1 + 3x_2 - 3x_3 = 2, \\ 4x_1 + 4x_2 - 4x_3 = 5, \\ -x_1 - 5x_2 + 7x_3 = -1; \end{cases} & \text{б) } \begin{cases} 3x_1 - x_2 + 2x_3 = 3, \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 = 3, \\ x_1 + 5x_2 - 4x_3 = 7; \end{cases} \end{array}$$

2. Найдите все значения параметра a , при которых система уравнений
$$\begin{cases} (a+1)x - a^2y = 2, \\ 3x - 2ay = 2 \end{cases}$$
 не имеет решений.

Занятие 5. Векторы и операции над ними. Линейно зависимые и независимые системы векторов. Базис и ранг системы векторов

Теоретические вопросы

1. Дайте определение n -мерного вектора.
2. Что называется суммой двух векторов? Произведением вектора на число?
3. Дайте определение линейной комбинации векторов.
4. Какие системы векторов называются линейно независимыми?
5. Перечислите свойства линейно зависимых и линейно независимых систем векторов.
6. Дайте определение базиса системы векторов. Любая ли система векторов имеет базис?
7. Что называется рангом системы векторов?

Задачи и упражнения

1. Даны векторы: $A_1 = (2; -1; 0; 3)$, $A_2 = (0; -3; 2; -1)$, $A_3 = (-4; -1; 3; 2)$. Найдите следующие линейные комбинации этих векторов:

$$\text{а) } B_1 = 3A_1 - 2A_2 + A_3; \quad \text{б) } B_2 = A_1 - 6A_3.$$

2. Выясните, разлагается ли вектор B по системе векторов $A_1 = (1; -2; 1; 3)$, $A_2 = (-2; 0; 1; 1)$, $A_3 = (2; 2; -3; 1)$.

$$\text{а) } B = (1; -4; 3; 1); \quad \text{б) } B = (-2; 1; 1; 3).$$

3. Выясните, является ли данная система векторов линейно зависимой или линейно независимой:

$$\text{а) } A_1 = (-1; 0; 3), A_2 = (0; -3; 2), A_3 = (-3; 6; 5);$$

$$\text{б) } A_1 = (2; 1; 0; 3), A_2 = (1; 3; 2; -1), A_3 = (2; -1; 3; -2), A_4 = (0; 1; 2; 3).$$

4. Найдите какой-либо базис и ранг системы векторов и векторы, не входящие в базис разложите по базису:

а) $A_1 = (1; 1; 2)$, $A_2 = (3; 1; 2)$, $A_3 = (1; 2; 1)$, $A_4 = (2; 1; 2)$;

б) $A_1 = (1; 0; 1; 0)$, $A_2 = (-2; 1; 3; -7)$, $A_3 = (3; -1; 0; 3)$, $A_4 = (-4; 1; -3; 1)$.

Домашнее задание

1. Выясните, разлагается ли вектор $B = (-3; 3; 1; 4)$ по системе векторов $A_1 = (-1; 1; 0; 2)$, $A_2 = (-3; 2; 1; 1)$, $A_3 = (-5; 3; 1; 2)$.

2. Является ли система векторов $A_1 = (1; 2; 3)$, $A_2 = (0; 3; -2)$, $A_3 = (1; -1; 1)$ линейно зависимой или линейно независимой?

3. Найдите базис системы векторов $A_1 = (1; 3; 0; 5)$, $A_2 = (1; 2; 0; 4)$, $A_3 = (1; 1; 2; 3)$, $A_4 = (1; 0; -2; 2)$, $A_5 = (1; -3; 6; 1)$ и векторы, содержащий векторы A_2 и A_5 , и все векторы разложите по базису.

2 семестр

Занятия 1. Квадратичные формы. Приведение квадратичных форм к каноническому виду

Теоретические вопросы

1. Дайте определение квадратичной формы от n переменных. Приведите примеры.
2. Как построить матрицу квадратичной формы?
3. Сформулируйте определение эквивалентных квадратичных форм.
4. Какой вид квадратичной формы называется каноническим?
5. Дайте определение положительно определенной (отрицательно определенной) квадратичной формы.

Задачи и упражнения

1. Напишите матрицу квадратичной формы $F = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 + 4x_2x_3$.

2. Напишите квадратичную форму по ее матрице $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -2 \\ 1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$.

3. Приведите к каноническому виду квадратичные формы:

а) $F = x_1^2 + 3x_2^2 + 4x_3^2 + 2x_1x_2 + 2x_1x_3 + 6x_2x_3$;

б) $F = x_1^2 + 2x_1x_2 + 2x_2x_3$.

4. Найдите все значения параметра λ , при которых положительно определены квадратичные формы:

а) $F = 2x_1^2 + x_2^2 + \lambda x_3^2 + 2x_1x_2 - 2x_1x_3 - 2x_2x_3$;

б) $F = 2x_1^2 + \lambda x_2^2 + 2x_3^2 + 2x_1x_2 + 6x_1x_3 + 4x_2x_3$.

Домашнее задание

1. Напишите матрицу квадратичной формы $F = x_1^2 + 2x_3^2 + 2x_1x_2 + 8x_1x_3$.

2. Напишите квадратичную форму по ее матрице $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 0 \\ 3 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -2 \end{pmatrix}$.

3. Приведите к каноническому виду квадратичные формы:

а) $F = 2x_1^2 - 3x_2^2 - 4x_1x_2 + 4x_1x_3 - 8x_2x_3$;

б) $F = x_1^2 - 4x_2x_3 + x_3^2$.

4. Найдите все значения параметра λ , при которых отрицательно определена квадратичная форма $F = -x_1^2 + \lambda x_2^2 + 3x_3^2 + 4x_1x_2 + 2x_1x_3 + 2x_2x_3$.

Занятия 2. Комплексные числа и действия над ними

Теоретические вопросы

1. Дайте определение комплексного числа. Приведите примеры комплексных чисел.
2. Что называется действительной (мнимой) частью комплексного числа?
3. Сформулируйте правила сложения, вычитания и умножения комплексных чисел.
4. Какие два комплексных числа называются сопряженными?
5. Сформулируйте правило деления комплексных чисел.
6. Дайте определение комплексной плоскости.

Задачи и упражнения

1. Чему равна действительная и мнимая части комплексного числа:

- а) $2 + 5i$; б) $i - 2$; в) 4 ; г) $2 + i$; д) $3i$;
 е) $1 - 5i$; ж) $3i - \sqrt{2}$; з) $-5i$; и) $1 + i\sqrt{3}$; к) 0 .

2. Выполните действия:

- а) $(2 + 5i) + (1 - i)$; б) $(2 - i) - (1 + 5i)$; в) $3i(2 + i)$;
 г) $(2 + i) \cdot (1 - i)$; д) $\frac{3i}{5 + i}$; е) $\frac{1 - 5i}{3 + 2i}$;
 ж) $(3i - \sqrt{2})^2$; з) i^{23} ; и) $\frac{(1 - i)^2}{1 + 2i}$.

3. Изобразите на комплексной плоскости множество точек, заданное уравнением:

- а) $z^2 = 4$; б) $z \cdot \operatorname{Im} z + 1 = 0$; в) $\operatorname{Re} z - \operatorname{Im} z = 2$;
 г) $\operatorname{Re} z - \operatorname{Im} z = 2z$; д) $2z + \bar{z} = i \operatorname{Re} z$; е) $\frac{z - 5i}{3 + 2i} + \bar{z} = 0$.

Домашнее задание

1. Чему равна действительная и мнимая части комплексного числа:

- а) $-2 - 5i$; б) $3i - 2$; в) -5 ; г) $\sqrt{2} - \frac{i}{2}$; д) $3i$;

2. Выполните действия:

- г) $(2 + i) \cdot (1 - i)$; д) $\frac{3i}{5 + i}$; е) $\frac{1 - 5i}{3 + 2i}$;
 ж) $(3i - \sqrt{2})^2$; з) i^{23} ; и) $\frac{(1 - i)^2}{1 + 2i}$.

3. Изобразите на комплексной плоскости множество точек, заданное уравнением:

- а) $z + 4 = \operatorname{Im} z - i \operatorname{Re} z$; б) $z \cdot \operatorname{Re} z - 1 = 0$; в) $\operatorname{Re} z + i \operatorname{Im} z = 2$;

Занятия 3. Тригонометрическая форма записи комплексного числа. Формула Муавра

Теоретические вопросы

1. Дайте определения модуля и аргумента комплексного числа. Любое ли число имеет модуль и аргумент? Однозначно ли они определяются?
2. Сформулируйте свойства модулей и аргументов комплексных чисел.
3. Что называется тригонометрической формой записи комплексного числа?

- Сформулируйте правила выполнения действий над комплексными числами, записанными в тригонометрической форме.
- Что позволяет вычислить формула Муавра?
- Как можно извлечь корень n -й степени из комплексного числа? Сколько значений имеет этот корень?

Задачи и упражнения

- Найдите модуль и аргумент комплексного числа:

а) $1 - i$; б) $1 + i\sqrt{3}$; в) 3 ;
 г) $i\sqrt{2} - 2$; д) $-5i$; е) $\frac{1-i}{1+i}$.

- Заданы ли следующие числа в тригонометрической форме?

а) $2\left(\cos\frac{\pi}{6} + i\sin\frac{\pi}{6}\right)$; б) $-3\left(\cos\frac{\pi}{4} + i\sin\frac{\pi}{4}\right)$;
 в) $4\left(\cos\frac{\pi}{6} - i\sin\frac{\pi}{6}\right)$; г) $\cos\frac{\pi}{3} + i\sin\frac{\pi}{3}$.

- Запишите числа в тригонометрической форме

а) -5 ; б) $7i$; в) $-\frac{3}{\sqrt{2}} + i\frac{3}{\sqrt{2}}$;
 г) $-\sqrt{2} - i$; д) $2 + 3i$; е) $\frac{1+i}{2-i}$.

- Вычислите, используя тригонометрическую форму записи числа

а) $(2 - 2i)^{10}$; б) $\frac{(1-i)^5}{1+2i}$; в) $\left(1 + \cos\frac{\pi}{3} + i\sin\frac{\pi}{3}\right)^6$.

- Найдите все значения корней

а) $\sqrt[3]{8}$; б) $\sqrt[4]{-1}$; в) $\sqrt[3]{2i-2}$.

- Изобразите на комплексной плоскости множество точек, заданное уравнением:

а) $|z + 3| = 1$; б) $|z - 2| < 2$; в) $|2z - 1| \geq 4$;
 г) $\operatorname{Arg}(z - i) = \frac{\pi}{3}$; д) $\arg(z - i) < \frac{\pi}{3}$; е) $\frac{\pi}{4} < \operatorname{Arg}(z - i) < \frac{\pi}{2}$.

Домашнее задание

- Найдите модуль и аргумент комплексного числа:

а) $-3 + i$; б) $\sqrt{3} - i$; в) $3i$;

- Запишите числа в тригонометрической форме

а) $-5i$; б) $7i - 7$; в) $-\sqrt{3} + i$;
 г) $i\sqrt{2}$; д) $-1 - i$; е) $\frac{3+i}{1-2i}$.

- Вычислите, используя тригонометрическую форму записи числа

а) $(2 + 2i)^{10}$; б) $\frac{1+2i}{(1+i)^6}$; в) $\left(1 - \cos\frac{\pi}{4} + i\sin\frac{\pi}{3}\right)^4$.

- Найдите все значения корней

а) $\sqrt[3]{-8}$; б) $\sqrt[6]{1}$.

- Изобразите на комплексной плоскости множество точек, заданное уравнением (неравенством):

$$\text{а) } |z - 5| = 3; \quad \text{б) } |4z - 2| \leq 8; \quad \text{в) } \operatorname{Arg}(2z - i) = \frac{\pi}{2}.$$

Занятия 4. Векторы на плоскости и в пространстве. Скалярное, векторное и смешанное произведения векторов

Теоретические вопросы

1. Что называется вектором на плоскости (в пространстве)?
2. Какие два вектора называются равными?
3. В чем состоит геометрический смысл линейной зависимости и линейной независимости векторов?
4. Что называется углом между векторами? Какие векторы называются ортогональными?
5. Дайте определение скалярному произведению двух векторов. Назовите его свойства.
6. Что называется векторным произведением двух векторов? Какими свойствами оно обладает?
7. Дайте определение смешанного произведения трех векторов. Какими свойствами оно обладает?

Задачи и упражнения

1. Даны три точки $A(-3; 4)$, $B(2; 1)$, $C(3; -2)$.
 - а) Найдите координаты векторов $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BC}$, $\overrightarrow{AC}$ и их модули.
 - б) Найдите координаты точки K , лежащей на отрезке AB и делящей его в отношении $1:3$, считая от точки A .
 - в) Найдите длину медианы AM треугольника ABC .
 - г) Вычислите косинус угла BAC .
 - д) Вычислите площадь треугольника ABC и длину его высоты AH .
 - е) Найдите длину биссектрисы AN треугольника ABC .
 - ж) Докажите, что если $D(-1; -2)$, то диагонали четырехугольника $ABCD$ перпендикулярны.
2. При каком значении параметра m векторы $\vec{a}(m; -3; 2)$ и $\vec{b}(1; 2; -m)$ ортогональны?
3. Даны вершины треугольной пирамиды $A(3; -1; 5)$, $B(4; 2; -5)$, $C(-4; 0; 3)$ и $D(1; 0; -2)$.
 - а) Найдите координаты векторов $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{AC}$, $\overrightarrow{AD}$, $\overrightarrow{BC}$ и их модули.
 - б) Вычислите площадь треугольника ABC .
 - в) Вычислите косинус угла BAC .
 - г) Найдите объем пирамиды $ABCD$.
 - д) Найдите длину высоты AH пирамиды $ABCD$.

Домашнее задание

1. Даны вершины треугольника $A(1; -2)$, $B(3; -1)$, $C(-1; 5)$.
 - а) Найдите стороны AB , AC и BC .
 - б) Найдите длину медианы AM треугольника ABC .
 - в) Вычислите косинус угла BAM .
 - г) Вычислите площадь треугольника ABC и длину его высоты AH .
2. Даны вершины треугольной пирамиды $S(0; 0; 0)$, $A(2; -1; 3)$, $B(-2; 2; 0)$, $C(-4; 2; 1)$.
 - а) Найдите длины ребер SA , SB и SC .
 - б) Вычислите площадь грани SAB .
 - в) Найдите объем пирамиды $SABC$.
 - г) Найдите длину высоты SH пирамиды $SABC$.

Занятие 5. Уравнения прямой на плоскости. Расстояние от точки до прямой

Теоретические вопросы

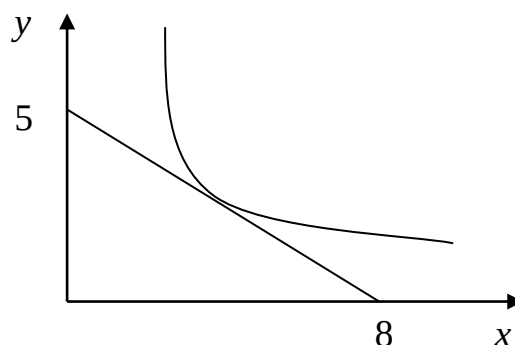
1. Какие виды уравнений прямой на плоскости Вы знаете?
2. Как по общим уравнениям прямых определить, перпендикулярны ли они? Параллельны ли они? Какой угол между ними?
3. По какой формуле можно найти расстояние от данной точки до заданной общим уравнением прямой?

Задачи и упражнения

1. Постройте прямые, заданные уравнениями: $y = 2x - 3$; $x - 3y + 5 = 0$;
 $\frac{x-1}{2} = \frac{y+3}{-1}$; $2(x+2) - 3(y-1) = 0$; $\begin{cases} x = t, \\ y = -1 - 2t. \end{cases}$
2. Напишите уравнения прямой:
 - а) проходящей через точки $A(-1; 3)$ и $B(2; 1)$;
 - б) проходящей через точку $C(0; -2)$ параллельно прямой $x + y - 2 = 0$;
 - в) проходящей через точку $D(1; -1)$ перпендикулярно прямой $y = 2x$.
3. Найдите угол, образованный прямой $2x - 3y - 1 = 0$
 - а) с положительным направлением оси абсцисс;
 - б) с прямой $x + 2y - 3 = 0$.
4. Среди прямых $3x - 2y + 17 = 0$, $6x - 4y - 9 = 0$, $6x + 4y - 5 = 0$, $2x + 3y - 16 = 0$ укажите перпендикулярные и параллельные. Найдите расстояние между параллельными прямыми.
5. Найдите точку пересечения прямых $2x - 3y - 8 = 0$ и $x + 2y + 3 = 0$.
6. Даны координаты вершин треугольника ABC : $A(-3; 4)$, $B(2; 1)$, $C(3; -2)$.
 - а) Напишите уравнения стороны BC , высоты $АН$ и медианы $АМ$.
 - б) Найдите координаты основания $Н$ высоты $АН$ и ее длину.

Домашнее задание

1. Даны вершины треугольника $A(1; -2)$, $B(3; -1)$, $C(-1; 5)$.
 - а) Напишите уравнения сторон AB , AC и BC .
 - б) Напишите уравнение высоты $АН$ и найдите координаты точки $Н$.
 - в) Найдите расстояние от точки $Н$ до прямой AC .
 - г) Напишите уравнение прямой, проходящей через точку $В$ параллельно прямой AC .
 - д) Найдите величину угла $ВАС$.
2. На рисунке показана кривая безразличия потребителя и его бюджетная линия. Напишите уравнение бюджетной линии, если цена p_y товара y равна 6 руб.



Самостоятельная работа

Задания для самостоятельной работы приведены в планах практических занятий. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется на каждом практическом занятии в форме проверки домашнего задания, фронтального опроса.

При изучении каждой темы курса в ходе лекций, а также на практических занятиях рассматриваются решения типовых задач по соответствующей теме. Для самостоятельной работы студентам предлагаются аналогичные задачи, поэтому они могут воспользоваться этими образцами.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)
6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации
Зимняя сессия

Контрольная работа №1 (типовая)

- Решите методом Гаусса и методом Крамера систему уравнений
$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 + 2x_3 = 3, \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 = 3, \\ x_1 + 5x_2 - 4x_3 = 7. \end{cases}$$
- Является ли система векторов $A_1 = (1; 2; 3)$, $A_2 = (0; 3; -2)$, $A_3 = (1; -1; 1)$ линейно зависимой или линейно независимой?
- Найдите произведение матриц $\begin{pmatrix} -1 & 2 & 2 \\ 3 & -2 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & -1 \\ 0 & -2 & 0 & -1 \end{pmatrix}$.
- Найдите A^{-1} , если $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \\ 1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$.

Критерии оценивания контрольной работы №1

- Нормы оценивания: каждое правильно выполненное задание 2-4 оценивается в 1 балл, 1 задание оценивается в 2 балла, с возможностью градации в 0,25 балла.
- Шкала оценивания работы:

№ п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,35
4	Неудовлетворительно	менее 3

Летняя сессия

Контрольная работа №2 (типовая)

- Выполните действия:
 - $(2 + i) \cdot (1 - i)$;
 - $\frac{3i}{5 + i}$;
 - $\frac{1 - 5i}{3 + 2i}$.
- Запишите числа в тригонометрической форме
 - $-5i$;
 - $7i - 7$;
 - $-\sqrt{3} + i$.
- Даны вершины треугольника $A(1; -2)$, $B(3; -1)$, $C(-1; 5)$.
 - Найдите длину медианы AM треугольника ABC .
 - Вычислите косинус угла BAM .
 - Вычислите площадь треугольника ABC и длину его высоты AH .

Критерии оценивания контрольной работы №2

1. Нормы оценивания: каждое правильно выполненное задание 1-2 оценивается в 1 балл, 3 задание оценивается в 3 балла, с возможностью градации в 0,25 балла.
2. Шкала оценивания работы:

№ п/п	Оценка	Количество баллов
1	Отлично	4,75-5
2	Хорошо	3,75-4,5
3	Удовлетворительно	3-3,5
4	Неудовлетворительно	менее 3

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Теоретические вопросы для самопроверки (вопросы к зачету)

1. Понятие матрицы. Операции над матрицами и их свойства.
2. Понятие определителя матрицы. Свойства определителей.
3. Миноры и алгебраические дополнения.
4. Обратная матрица.
5. Системы линейных уравнений. Решение с помощью обратной матрицы.
6. Системы линейных уравнений. Формулы Крамера.
7. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.
8. Собственные векторы и собственные значения матриц.
9. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов.
10. Базис и ранг системы векторов.
11. Ранг матрицы.
12. n-мерные векторы. Системы векторов.
13. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов.
14. Базис и ранг системы векторов.
15. Ранг матрицы.

Критерий получения зачета

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Смоленский государственный университет» (утверждено Приказами ректора от 26 сентября 2019 г. №01-113, дополнения 30 апреля 2020г. №01-48). Для получения зачета студент должен:

- уметь отвечать на теоретические вопросы, рассмотренные на лекциях;
- уметь решать задачи, предложенные на практических занятиях.

Летняя сессия

Вопросы к экзамену

1. Понятие матрицы. Операции над матрицами и их свойства.
2. Понятие определителя матрицы. Свойства определителей.
3. Миноры и алгебраические дополнения.
4. Обратная матрица.
5. Системы линейных уравнений. Решение с помощью обратной матрицы.
6. Системы линейных уравнений. Формулы Крамера.

7. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.
8. Собственные векторы и собственные значения матриц.
9. Линейная зависимость и линейная независимость системы векторов.
10. Базис и ранг системы векторов.
11. Ранг матрицы.
12. Квадратичные формы. Приведение квадратичных форм к каноническому виду.
13. Комплексные числа и операции над ними. Примеры.
14. Тригонометрическая форма записи комплексного числа. Формула Муавра. Геометрический смысл уравнений $|z - a| = R$; $\text{Arg}(z - a) = \alpha$.
15. Векторы на плоскости и в пространстве. Геометрическая интерпретация линейной зависимости и линейной независимости системы векторов.
16. Скалярное произведение векторов и его свойства. Угол между векторами.
17. Векторное произведение векторов и его свойства.
18. Смешанное произведение векторов и его свойства.
19. Уравнения прямой на плоскости. Расстояние от точки до прямой.
20. Эллипс и его свойства.
21. Гипербола и ее свойства.
22. Парабола и ее свойства.
23. Уравнения плоскости. Расстояние от точки до плоскости.
24. Уравнения прямой в пространстве. Угол между прямыми.

Вариант письменного экзаменационного задания (типовой)

1. Собственные векторы и собственные числа матриц.
2. Различные виды уравнения прямой на плоскости.
3. Решите систему уравнений
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - 2x_3 = 1, \\ x_1 + 4x_2 + x_3 = -7, \\ 3x_1 + 10x_2 - 4x_3 = -3 \end{cases}$$
 методом Гаусса.
4. $a = 5$ и $b = 4$ – полуоси эллипса. Требуется:
 - а) составить каноническое уравнение эллипса;
 - б) найти координаты фокусов;
 - в) вычислить эксцентриситет;
 - г) сделать рисунок.
5. Решить в комплексных числах уравнения:

$$x^2 + 6x + 13 = 0; \quad x^2 - 2x + 1 + t = 0.$$

Критерии оценивания экзаменационной работы

1. Нормы оценивания:

№ п/п	Структурная часть работы	Количество баллов (*)
1	Каждый из теоретических вопросов	2
2	Каждая из задач	2

(*) с возможностью градации в 0,5 балла

2. Шкала оценивания работы:

Оценка по 10-балльной шкале	Оценка по 5-балльной шкале
10 – превосходно 9 – отлично	5 – «отлично»

8 – почти отлично	
7 – очень хорошо 6 – хорошо	4 – «хорошо»
5 – удовлетворительно 4 – почти удовлетвори- тельно	3 – «удовлетворительно»
3,2,1 – неудовлетвори- тельно	2 – «неудовлетворительно»

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1 и 2 семестры

1. Кремер, Н. Ш. Линейная алгебра : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Ш. Кремер, М. Н. Фридман. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 309 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02350-3. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/1CEE73D9-3041-44B2-94FF-0DEB2BB781E2.
2. Шипачев, В. С. Высшая математика. Полный курс в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / В. С. Шипачев ; под редакцией А. Н. Тихонова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 248 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07889-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470885>

7.2. Дополнительная литература

1 и 2 семестры

1. Сборник задач по высшей математике для экономистов / Под ред. В.И. Ермакова. – М.: ИНФРА-М, 2010. (в библиотеке СмолГУ имеется в достаточном количестве)
2. Высшая математика для экономических специальностей. Под ред. Н.Ш. Кремера. Часть 1.-М.: Высшее образование, 2015 – [Электронный ресурс, ЭБС Юрайт].
3. Проскуряков И.В. Сборник задач по линейной алгебре / М.: Наука, 1978.
4. Общий курс высшей математики для экономистов. Под ред. В.И.Ермакова. - М.: ИНФРА-М, 2010. (в библиотеке СмолГУ в достаточном количестве)

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Общероссийский математический портал MATH-NET URL: www.mathnet.ru;
- 2.. Национальная платформа открытого образования (opened.ru).
3. Алгебра матриц и линейные пространства. Национальный открытый университет «Интуит». URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/992/207/info>

7.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Алексеев В. В. Линейная алгебра : учеб.- метод. пособие для студентов 1 курса направления 080100 "Экономика" / В. В. Алексеев. — Смоленск : СмолГУ, 2012.

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д.4, уч. корпус №2, ауд. 508, 510 учебного корпуса № 2

Стандартная учебная мебель (75 учебных посадочных места), стол и стул для преподавателя – по 1 шт.

Кафедра для лектора – 1 шт.

Доска настенная трехэлементная – 1 шт.

Настенный проекционный экран DA-LITE – 1 шт.

Мультимедиапроектор BenQ – 1 шт.

Ноутбук Lenovo – 1шт.

Колонки Genius – 1 шт.

Помещение для самостоятельной работы: 214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, д.4, уч. корпус №2 ауд. 516, 520 (компьютерный класс) учебного корпуса № 2

Компьютерный студенческий стол – 15 шт.

Компьютерный стол для преподавателя – 1 шт.

Монитор Acer – 16 шт.

Системный блок Kraftway – 16 шт.

Колонки Genius – 16 шт.

Мультимедиапроектор BenQ – 1 шт.

Интерактивная доска Interwrite – 1 шт.

Стандартная учебная мебель (30 учебных посадочных мест), стол и стул для преподавателя – по 1 шт.

Кафедра для лектора – 1 шт.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), Лицензия 66920993 от 24.05.2016, ежегодное обновление.

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), Лицензия 66975477 от 03.06.2016, ежегодное обновление.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный, Лицензия 1FB6151216081242, ежегодное обновление.

Dr. Web Server/Desktop Security Suite (Антивирус). Лицензия EE4E-QN5S-6FG2-N76B (Ежегодное обновление).

