ФГОБУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ (УНИВЕРСИТЕТ) МИД РОССИИ»

ФАКУЛЬТЕТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ

КАФЕДРА

МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по программному развитию

МГИМО(У) МИД России

_____А.В. Худайкулова

«___» _____ 2011 г.

ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА»

Москва

2011

Оборотная сторона титульного листа

Учебная программа по дисциплине «Линейная алгебра» составлена в соответствии с требованиями к обязательному минимуму и уровню подготовки бакалавра «экономика» Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению «экономика».

Автор(ы) программы: Степанов Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор.

Директор НБ МГИМО им. И.Г. Тюлина: _____ М.В. Решетникова

Программа утверждена на заседании Кафедры ММиИТ

Факультета МЭО МГИМО (У) МИД России.

Протокол заседания № ___ от «____» _____ 2011 г.

Подпись зав. кафедрой: _____ /СТЕПАНОВ А.В./

© Степанов А.В., 2011

© МГИМО (У) МИД России, 2011

РАЗДЕЛ 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ

1.1. Цели и задачи дисциплины, её общая характеристика:

В соответствии с назначением основными целями и задачами дисциплины являются формирование у студентов набора компетенций, необходимых для изучения математических и экономико-математических и компьютерных дисциплин. Курс высшей алгебры также, должен научить студентов мыслить абстрактно, делать логические выводы, не опираясь на опыт общения с окружающей средой. Такая способность, наряду с практическими знаниями, необходимо должна присутствовать у специалистов по методам анализа финансового рынка, по применению информационных технологий в управлении экономической деятельностью компании, банка, промышленного предприятия.

Главной задачей курса является выработка у студентов компетенций, связанных с использованием теоретических положений и методов высшей алгебры в курсах высшей математики, экономико-математических методов и моделей:

- развитие логического и алгоритмического мышления студента;
- выработка умения моделировать реальные финансово-экономические процессы;
- освоение приемов решения и исследования математически формализованных задач;
- овладение численными методами решения и их реализацией на ЭВМ

Задачи курса заключаются в обучении студентов

1) методам теории систем линейных уравнений;
2) методам теории матриц и теории определителей;
3) методам теории алгебраических многчленов;
4) методам теории векторных пространств;
5) методам теории квадратичных форм;
6) методам использования табличного процессора Excel и математической системы MATLAB для решения задач курса.

1.2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

_____ (указывается Цикл ФГОС, к которому относится дисциплина;

Для изучения линейной алгебры у студента необходимы знания, умения и компетенции в области элементарной математики: элементарная алгебра, школьная геометрия и тригонометрия.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать основные понятия, теоремы и методы линейной алгебры; место основных понятий, теорем и методов линейной алгебры в математических и экономико-математических дисциплинах;

уметь применять компьютерные технологии (табличный процессор Excel, математическая система MATLAB) в решении задач курса, превращать информацию в знание, эффективно хранить, применять и делиться полученным знанием;

владеть прикладными методами и методиками анализа.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Способность к сравнительному анализу и синтезу (компаративистика).

Способность к системному видению.

Владение прикладными методами и методиками анализа.
Умение превращать информацию в знание, эффективно хранить, применять и делиться полученным знанием.
Способность демонстрировать самостоятельное обучение.
Способность последовательно оценивать собственное обучение и определять потребности в обучении.
Способность к интуитивному выбору наилучшего решения.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид работы	Трудоемкость	
	Академические часы	Зачетные единицы
Общая трудоемкость	118	
Аудиторная работа	68	4
Лекции	34	
Практические занятия/семинары	34	
Самостоятельная работа, всего	50	
В том числе		
Курсовая работа *(при наличии)*	0	
Информационно-аналитическая справка *(при наличии)*	0	
Реферат *(при наличии)*	0	
Проект *(при наличии)*	0	
Внеаудиторные самостоятельные работы *(при наличии)*	0	
Самоподготовка *(самостоятельное изучение лекционного материала и материала учебников, подготовка к практическим занятиям, текущему контролю и т.д.)*	50	
Виды текущего контроля *(перечислить)*	Три контрольные работы, два теоретических коллоквиума	
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Письменный экзамен	

2.2. Содержательный план дисциплины:

Наименование разделов и тем	Количество часов (в акад. часах)			
	Лекции	Семинары/ Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов по теме
Раздел 1. Системы линейных уравнений. Метод Гаусса.	2	2	4	8
Раздел 2. Алгебра матриц	2	4	2	8
Раздел 3. Теория определителей	2	2	2	6
Раздел 4. Линейная зависимость системы векторов.	2	2	2	6
Раздел 5. Ранг матрицы. Однородные системы линейных уравнений	2	2	2	6
Раздел 6. Комплексные числа	2	2	4	8
Раздел 7. Многочлены и их корни. Рациональные дроби.				
Тема 7.1. Операции над многочленами. Делители. Наибольший общий делитель.	2	2	6	10
Тема 7.2. Корни многочленов. Рациональные дроби	2	2	4	8
Раздел 8 Квадратичные формы				
Тема 8.1. Приведение квадратической формы к каноническому виду	2	2	4	8
Тема 8.2. Положительно определённые формы	2	2	4	8
Раздел 9 Линейные пространства.				
Тема 9.1. Конечномерные пространства. Базис.	2	2	2	6
Тема 9.2. Линейные преобразования. Линейные подпространства	2	2	2	6
Тема 9.3. Характеристические корни и собственные значения	2	2	4	8
Раздел 10. Евклидовы пространства				
Тема 10.1Ортонормированные базисы. Процесс ортогонализации..	2	2	2	6

Тема 10.2. Ортогональные матрицы. Ортогональные преобразования	2	2	4	8
Тема 10.3. Приведение квадратичной формы к главным осям	4	2	2	8
Итого по курсу	34	34	50	118

2.3. Содержание дисциплины.

Раздел 1. Системы линейных уравнений.

Метод последовательного исключения неизвестных. Метод Жордана-Гаусса.

Семинар по разделу 1. Метод последовательного исключения неизвестных. Метод Жордана-Гаусса.

Литература для подготовки по разделу 1.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 2. Алгебра матриц.

Действия над матрицами. Обратная матрица.

Семинар по разделу 2. Действия над матрицами. Обратная матрица.

Литература для подготовки по разделу 2.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 3 Теория определителей.

Перестановки и подстановки. Определители *n*-го порядка. Свойства определителей. Миноры и их алгебраические дополнения.

Семинар по разделу 3. Перестановки и подстановки. Определители *n*-го порядка. Свойства определителей. Миноры и их алгебраические дополнения.

Литература для подготовки по разделу 3.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 4. Линейная зависимость системы векторов.

n-мерное векторное пространство. Линейная зависимость системы векторов. Теоремы о линейной зависимости системы веторов. Ранг системы векторов.

Семинар по разделу 4. *n*-мерное векторное пространство. Линейная зависимость системы векторов. Теоремы о линейной зависимости системы веторов. Ранг системы векторов.

Литература для подготовки по разделу 4.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 5. Ранг матрицы. Однородные системы линейных уравнений.

Ранг матрицы. Вычисление ранга матрицы методом окаймляющих миноров. Теорема Кронекера-Капелли. Системы линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.

Семинар по разделу 5. Ранг матрицы. Вычисление ранга матрицы методом окаймляющих миноров. Теорема Кронекера-Капелли. Системы линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.

Литература для подготовки по разделу 5.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 6. Комплексные числа

Определение комплексного числа. Графическое представление комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Арифметические действия над комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа.

Семинар по разделу 6. Определение комплексного числа. Графическое представление комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Арифметические действия над комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа.

Литература для подготовки по разделу 6.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 7. **Многочлены и их корни. Рациональные дроби**.

Тема 7.1. Операции над многочленами. Делители. Наибольший общий делитель.

Арифметические действия над многочленами. Свойства делимости многочленов. Алгоритм деления многочленов с остатком. Алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя.

Семинар по теме 7.1. Арифметические действия над многочленами. Свойства делимости многочленов. Алгоритм деления многочленов с остатком. Алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя.

Литература для подготовки по по теме 7.1.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Тема 7.2. Корни многочленов. Рациональные дроби

Корни многочленов. Кратные корни. Лемма Даламбера. Основная теорема алгебры многочленов. Рациональные дроби. Теорема о разложении правильной рациональной дроби в сумму простейших дробей.

Семинар по теме 7.2. Корни многочленов. Кратные корни. Лемма Даламбера. Основная теорема алгебры многочленов. Рациональные дроби. Теорема о разложении правильной рациональной дроби в сумму простейших дробей.

Литература для подготовки по по теме 7.2.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 8 Квадратичные формы.

Тема 8.1. Приведение квадратичной формы к каноническому виду.

Определение квадратичной формы. Матрица квадратичной формы. Ранг квадратичной формы. Линейное преобразование квадратичной формы. Матрица преобразованной квадратичной формы. Теорема о приведении квадратичной формы к каноническому виду.

Семинар по теме 8.1. Определение квадратичной формы. Матрица квадратичной формы. Ранг квадратичной формы. Линейное преобразование квадратичной формы. Матрица преобразованной квадратичной формы. Теорема о приведении квадратичной формы к каноническому виду.

Литература для подготовки по по теме 8.1.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.

4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Тема 8.2. Положительно определённые формы

Закон инерции. Сигнатура квадратичной формы. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы.

Семинар по теме 8.2. Закон инерции. Сигнатура квадратичной формы. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы.

Литература для подготовки по по теме 8.2.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 9 Линейные пространства.

Тема 9.1. Конечномерные пространства.

Линейные пространства. Изоморфизм. Конечномерные пространства. Базис. Связь между базисами *n*-мерного линейного пространства.

Семинар по теме 9.1. Линейные пространства. Изоморфизм. Конечномерные пространства. Базис. Связь между базисами *n*-мерного линейного пространства.

Литература для подготовки по по теме 9.1.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Тема 9.2. Линейные преобразования. Линейные подпространства.

Линейное преобразование линейного пространства. Связь между матрицами линейного преобразования в разных базисах. Операции над линейными преобразованиями. Невырожденные линейные преобразования.

Семинар по теме 9.2. Линейное преобразование линейного пространства. Связь между матрицами линейного преобразования в разных базисах. Операции над линейными преобразованиями. Невырожденные линейные преобразования.

Литература для подготовки по по теме 9.2.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.

5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Тема 9.3. Характеристические корни и собственные значения.

Характеристическая матрица. Характеристический многочлен. Собственный вектор и собственное значение преобразования. Линейное преобразование с простым спектром.

Семинар по теме 9.3. Характеристическая матрица. Характеристический многочлен. Собственный вектор и собственное значение преобразования. Линейное преобразование с простым спектром.

Литература для подготовки по по теме 9.3.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Раздел 10. Евклидовы пространства.

Тема 10.1. Ортонормированные базисы. Процесс ортогонализации.

Скалярное умножение векторов. Евклидово пространство. Ортогональная система векторов. Процесс ортогонализации. Ортонормированный базис. Изоморфизм Евклидовых пространств.

Семинар по теме 10.1. Скалярное умножение векторов. Евклидово пространство. Ортогональная система векторов. Процесс ортогонализации. Ортонормированный базис. Изоморфизм Евклидовых пространств.

Литература для подготовки по по теме 10.1.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Тема 10.2. Ортогональные матрицы. Ортогональные преобразования.

Определение ортогональной матрицы. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Ортогональные преобразования евклидова пространства. Симметрические преобразования. Действительность характеристических корней симметрической матрицы.

Семинар по теме 10.2. Определение ортогональной матрицы. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Ортогональные преобразования евклидова пространства. Симметрические преобразования. Действительность характеристических корней симметрической матрицы.

Литература для подготовки по по теме 10.2.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005

3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

Тема 10.3. Приведение квадратичной формы к главным осям.

Приведение симметрической матрицы к диагональному виду. Ортогональное преобразование, приводящее квадратичную форму к главным осям.

Семинар по теме 10.3. Приведение симметрической матрицы к диагональному виду. Ортогональное преобразование, приводящее квадратичную форму к главным осям.

Литература для подготовки по по теме 10.3.

1. Ф.Г. Курош. Курс высшей алгебры. РХД 2003.
2. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. Лань. 2005
3. Лекции по высшей алгебре для специализации “ИТ в международном бизнесе” А.В. Степанова электронном виде.
4. В.А. Артамонов. Введение в высшую алгебру и аналитическую геометрию. Москва. Факториал пресс.2007.
5. Ю.И. Клименко. Высшая математика для экономистов в примерах и задачах. Москва. ЭКЗАМЕН. 2006

Программное обеспечение: табличный процессор Excel и математическая система Matlab.

2.4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Темы для подготовки к теоретическому коллоквиуму №1 (коллоквиум проводится в период с 1 по 10 ноября).

1. Метод последовательного исключения неизвестных. Метод Жордана-Гаусса.
2. Действия над матрицами. Обратная матрица. Метод Жордана-Гаусса нахождения обратной матрицы.
3. Перестановки и подстановки. Определители *n*-го порядка.
4. Свойства определителей. Миноры и их алгебраические дополнения.
5. *n*-мерное векторное пространство. Линейная зависимость системы векторов.
6. Теоремы о линейной зависимости системы веторов. Ранг системы векторов.
7. Ранг матрицы. Вычисление ранга матрицы методом окаймляющих миноров.
8. Теорема Кронекера-Капелли. Системы линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.
9. Определение комплексного числа. Графическое представление комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Арифметические действия над комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа.
10. Операции над многочленами. Делители. Наибольший общий делитель.
11. Арифметические действия над многочленами. Свойства делимости многочленов. Алгоритм деления многочленов с остатком. Алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя.
12. Корни многочленов. Кратные корни. Лемма Даламбера. Основная теорема алгебры многочленов. Рациональные дроби. Теорема о разложении правильной рациональной дроби в сумму простейших дробей.

Темы для подготовки к теоретическому коллоквиуму №2 (коллоквиум проводится в период с 10 по 20 декабря).

1. Определение квадратичной формы. Матрица квадратичной формы. Ранг квадратичной

формы. Линейное преобразование квадратичной формы. Матрица преобразованной квадратичной формы. Теорема о приведении квадратичной формы к каноническому виду.

2. Положительно определённые формы. Закон инерции. Сигнатура квадратичной формы. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы.
3. Линейные пространства. Изоморфизм. Конечномерные пространства. Базис. Связь между базисами *n*-мерного линейного пространства.
4. Линейные преобразования. Линейные подпространства преобразование линейного пространства. Связь между матрицами линейного преобразования в разных базисах.
5. Операции над линейными преобразованиями. Невырожденные линейные преобразования.
6. Характеристическая матрица. Характеристический многочлен. Собственный вектор и собственное значение преобразования. Линейное преобразование с простым спектром.
7. .Скалярное умножение векторов. Евклидово пространство. Ортогональная система векторов. Процесс ортогонализации.
8. Ортонормированный базис. Изоморфизм Евклидовых пространств.
9. Определение ортогональной матрицы. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Ортогональные преобразования евклидова пространства.
10. Симметрические преобразования. Действительность характеристических корней симметрической матрицы.
11. Приведение симметрической матрицы к диагональному виду. Ортогональное преобразование, приводящее квадратичную форму к главным осям.

Образцы тестовых заданий и вопросов для текущего контроля по курсу.

1. Задана расширенная матрица системы линейных уравнений. Решить систему, уравнений, приводя матрицу коэффициентов к ступенчатому виду.

а) $\begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & -1 & 2 & 9 \\ 2 & 1 & 3 & -2 & 0 \\ 2 & -3 & 3 & -1 & 7 \end{pmatrix}$ б) $\begin{pmatrix} 8 & 6 & 5 & 2 & 21 \\ 3 & 3 & 2 & 1 & 10 \\ 4 & 2 & 3 & 1 & 8 \\ 3 & 3 & 1 & 1 & 15 \\ 7 & 4 & 5 & 2 & 18 \end{pmatrix}$ в) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & -1 & 5 & 2 & 0 & -17 \\ 3 & 6 & 1 & -1 & 4 & 1 & 0 & -3 \\ 2 & 4 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 2 \\ -1 & -2 & 0 & 0 & -1 & 3 & 2 & -7 \\ 1 & 2 & 0 & 1 & 3 & 0 & 3 & 7 \\ 2 & 4 & 1 & -1 & 3 & 1 & 2 & -3 \\ 1 & 2 & 2 & -2 & 3 & 2 & 2 & -12 \end{pmatrix}$.

2. Подобрать λ так, чтобы система уравнений имела решение: $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + 4x_4 = 2 \\ x_1 + 7x_2 - 4x_3 + 11x_4 = \lambda \end{cases}$.

3. Даны матрицы **A** и **B**. Найти матрицу **C=AB**, если

а) $\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 5 \\ 2 & 4 & 3 & 3 \\ 0 & 1 & 5 & 2 \end{pmatrix}$, $\mathbf{B}=\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 5 & 1 \\ 1 & 6 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$; б) $\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 3 \end{pmatrix}$, $\mathbf{B}=\begin{pmatrix} 6 \\ 5 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}$ в) $\mathbf{A}=\begin{pmatrix} 4 \\ 6 \\ 2 \end{pmatrix}$, $\mathbf{B}=\begin{pmatrix} 7 & 2 & 5 \end{pmatrix}$.

4. Найти все матрицы второго порядка, квадраты которых равны нулевой матрице.

5. Найти все матрицы второго порядка, квадраты которых равны единичной матрице.

6. Вычислить определители:

$$\begin{vmatrix} 1/2 & 1/3 & 1/2 & 1 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1 & 1/2 & 1/3 \\ 1 & 1/2 & 1/3 & 1/2 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} x_1 & a_{12} & a_{13} & a_{1n} \\ x_1 & x_2 & a_{23} & a_{2n} \\ x_1 & x_2 & x_3 & a_{3n} \\ & & & \\ x_1 & x_2 & x_3 & x_n \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 0 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \end{vmatrix}.$$

7. Найти все решения матричных уравнений: $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$; $\mathbf{X}\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}\mathbf{X} = \mathbf{X}$.

8. Найти все матрицы, коммутирующие с матрицей **A:**

а) $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$; б) $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ в) $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$.

9. Найти множество точек, удовлетворяющих условиям:

а) $|z+i| = |z+2|$; б) $3 \le |z+i| \le 5$; в) $|z-z_1| = |z-z_2|$; г) $|z+2| + |z-2|$;

д) $Im\dfrac{z-z_1}{z-z_2} = 0$; е) $|z-z_1| > |z-z_2|$; ж) $Re\dfrac{z-z_1}{z-z_2} = 0$.

10. Найти вершины правильного *n*-угольника, если его центр находится в точке $z = 0$, а одна из вершин – в точке z_0.

11. Представить в тригонометрической форме число $1 + cos\,\varphi + i\,sin\,\varphi$, считая $-\pi < \varphi \le \pi$.

12. Разрешить уравнение: $|z| - z = a + bi$, и выяснить условие разрешимости.

13. Вычислить $(1 + cos\,\alpha + i\,sin\,\alpha)^n$.

14. Вычислить: а) $(1+i)^{25}$; б) $\left(\dfrac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right)^{20}$.

15. Написать корни из единицы степеней 2, 3, 4, 6, , 8, 12, 24.

16. Указать, где расположены точки, изображающие комплексные числа *z*, для которых

$$|z-1| = |z-2| = |z-i\sqrt{3}|.$$

17. Разделить многочлен $f(x) = x^5 - 5x^4 + 3x^3 - x^2 + x + 2$ на многочлен $g(x) = x^2 - 6x + 7$.

16. Найти наибольший общий делитель многочленов

$f(x) = x^5 + 3x^4 + x^3 - 9x^2 - 20x - 12$ и $q(x) = x^6 + 2x^5 - 6x^3 - 13x^2 - 8x - 12$.

19. Разложить на простейшие дроби следующую дробь: $\dfrac{3x+2}{x\left(x^2+2x+2\right)^2}$.

20. Найти базис и размерность линейной оболочки следующей системы векторов:

$$a_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}; \quad a_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; \quad a_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad a_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}; \quad a_5 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}.$$

30. Найти какую-либо фундаментальную систему решений однородной системы уравнений с матрицей коэффициентов:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 3 & 2 \end{pmatrix}.$$

31. Найти ортогональное преобразование, приводящее квадратичную форму

$$F(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_3 - 2x_2x_3$$

к каноническому виду.

32. Найти связь координат одного и того же вектора в разных базисах:

$e_1 = \{-2; 1\}$ $e_2 = \{1; 3\}$ (старый базис); $e_1' = \{1; 1\}$ $e_2' = \{2; 1\}$ (новый базис).

33. Найти собственные значения и собственные векторы матрицы $\begin{pmatrix} 2 & -1 & 2 \\ 5 & -3 & 3 \\ -1 & 0 & -2 \end{pmatrix}$.

34. Найти ортогональный базис подпространства, представляющего собой линейную оболочку системы векторов: $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$.

Критерии оценок по курсу.

A	Студент продемонстрировал полное усвоение курса «Линейная алгебра». Студент способен использовать знания курса к задачам математического и экономико-математического содержания.
B	Студентом проявлено хорошее усвоение курса. Студент способен применить полученные знания при изучении следующих математических курсов и курсов экономико-математического содержания
C	Студент усвоил основные вопросы курса. Студент может приступить к изучению следующих курсов, теоретические выводы которых базируются на материале курса «Линейная алгебра».
D	Студент получил представление о теоретических выводах и практических методах рассматриваемого курса, хотя применение знаний при изучении следующих курсов может вызвать затруднения
E	При общей слабой подготовке студент с большими затруднениями может продолжать изучение математических методов и задач математической экономики.
F	Плохие знания материала не позволят студенту продолжать изучение предметов по математике и математической экономике, предусмотренных учебным планом.

2.5. Виды самостоятельной внеаудиторной работы студентов

Домашние задания, подготовка к контрольным работам, изучение теоретического материала, подготовка к теоретическим коллоквиумам, подготовка к экзаменационной контрольной работе.

РАЗДЕЛ 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы, написанию курсовых работ и информационно-аналитических справок

Раздел 1. Системы линейных уравнений.

Перечень основных понятий: система линейных уравнений, решение системы, эквивалентные системы, однородная система, совместность системы, определённость системы, элементарные преобразования системы, матрица, расширенная матрица системы, элементарные преобразования матрицы, метод Гаусса последовательного исключения неизвестных, ступенчатая матрица, свободные и базисные неизвестные, метод Жордана-Гаусса.

Главное внимание нужно уделить вопросу о том, к какому из трёх типов относится решаемая система: определённая, совместная и неопределённая или несовместная, и как найти ответ на этот вопрос, применяя метод последовательного исключения неизвестных.

По данному разделу студент должен решить достаточно много задач, причём такие задачи входят в первую контрольную работу.

Раздел 2. Алгебра матриц

Изучая этот раздел студент должен научиться производить арифметические операции над матрицами, научиться записывать систему линейных уравнений в матричной форме. Основными понятиями по этой теме являются понятия единичной и обратной матриц. Главное внимание нужно уделить обоснованию и применению метода Жордана-Гаусса для нахождения обратной матрицы.

Задачи по теме данного раздела входят в контрольную работу №1.

Раздел 3. Теория определителей.

Несмотря на то, что вычисление определителей квадратных матриц с числовыми элементами можно проводить с помощью табличного процессора Excel, теоретический материал и его практическое использование при вычислении определителей исключительно важны для других курсов математики и математической экономики. Поэтому нужно как следует разбираться в свойствах определителя, уметь вычислять определитель методом Лапласа, находить обратную матрицу, используя алгебраические дополнения элементов матрицы, уметь применять правило Крамера для решения систем линейных уравнений.

Задачи по теме данного раздела входят в контрольную работу №1.

Раздел 4. Линейная зависимость системы векторов.

Все понятия этого раздела широко используются в курсах математики и математической экономики, не говоря о том, что на них строится дальнейший теоретический материал данного курса. Необходимо твёрдо выучить определения линейно зависимой и линейно независимой систем векторов, определение базиса системы векторов, ранга системы векторов, ранга матрицы.

Раздел 5. Ранг матрицы. Однородные системы линейных уравнений.

Определение ранга матрицы с числовыми элементами можно проводить, например, используя математическую систему Matlab, однако нередко в практических задачах математической экономики необходимо анализировать, например, матрицы коэффициентов систем линейных уравнений, содержащих экономические показатели в качестве параметров. В связи с этим необходимо знать теоретические предпосылки и

уметь практически применять методы определения ранга матрицы традиционным методом окаймляющих миноров.

Для нахождения фундаментальной системы решений однородной системы линейных уравнений нужно применять метод, полностью описанный в теоретической части курса.

Этот раздел – последний, представленный задачами в контрольной работе №1.

Раздел 6. Комплексные числа

В этом разделе вводится расширение понятия числа. Студент должен научиться операциям с комплексными числами также, как операциям с действительными числами, изучаемым в начальных классах средней школы. Однако здесь необходимы знания школьной геометрии и тригонометрии. Задачи здесь не особенно сложны, тем более, что в учебные программы средней школы в прошлые годы включалось изучение комплексных чисел.

Задачи этого и следующего разделов составляют содержание контрольной работы №2.

Раздел 7. **Многочлены и их корни. Рациональные дроби**.

По этому разделу программы студенту нужно научиться производить арифметические действия над многочленами, которые сводятся к довольно простым операциям, и практическому применению алгоритма Евклида нахождения наибольшего общего делителя многочленов. Здесь студент должен обязательно показать знание определения наибольшего общего делителя многочленов. Необходимо также освоить теоретический материал, связанный с доказательством основной теоремы алгебры многочленов.

Для решения задачи разложения рациональных дробей на простейшие нужно сначала выучить определения рациональной дроби, правильной дроби, простейшей дроби. Алгоритм разложения полностью излагается в курсе лекций.

Раздел 8 Квадратичные формы.

По данному разделу студент во-первых должен показать знание определения квадратичной формы, уметь составлять матрицу квадратичной формы, знать, что такое ранг квадратичной формы, знать понятия симметрической и невырожденной матриц. Одной из основных теорем этого раздела является теорема о матрице квадратичной формы, подвергнутой линейному преобразованию. Необходимо знать определение канонического вида квадратичной формы и знать и уметь доказывать основную теорему о квадратичных формах – о приведении всякой квадратичной формы к каноническому виду.

Ко второму семинару студент должен выучить определения положительно определенной квадратичной формы, положительного и отрицательного индексов инерции, знать понятие сигнатуры квадратичной формы. Для решения задачи выяснения, является ли данная квадратичная форма положительно определённой, необходимо знать критерий Сильвестра положительно определенной квадратичной формы.

Раздел 9 Линейные пространства.

Изучение материала этого раздела нужно начинать с определения линейного векторного пространства, с определения изоморфных линейных пространств, с определения базисов линейных и определения конечномерных пространств. Необходимо знать теорему о том, что всякое линейное пространство обладающее базисом из n векторов, изоморфно n-мерному векторному пространству векторов –строк и теорему о связи между базисами линейного векторного пространства.

Ко второму семинару следует выучить определение линейного преобразования и свойства линейного преобразования, а знать теорему о связи между матрицами линейного преобразования в разных базисах. Необходимо знать определение подпространства линейного пространства.

На третьем семинаре студенты под руководством преподавателя рассматривают вопросы, связанные с нахождением характеристической матрицы и характеристического

многочлена линейного преобразования. Важнейшим выводом здесь является заключение о том, что если линейное преобразование, задаётся в разных базисах различными матрицами, эти матрицы имеют один и тот же набор характеристических корней. Студент должен уметь составлять характеристический многочлен линейного преобразования и находить собственные значения и собственные вектора линейного преобразования.

Раздел 10. Евклидовы пространства.

Изучение этого раздела нужно начинать с определения скалярного произведения векторов, с определения свойств ортогональной системы векторов. К семинару нужно изучить процесс ортогонализации линейно независимой системы векторов и знать понятие ортонормированного базиса системы векторов.

Ко второму семинару необходимо знать определение и свойства ортогональной матрицы, знать теорему о том, что матрица перехода от одного ортонормированного базиса Евклидова пространства к другому ортогональному базису является ортогональной матрицей.

После третьего семинара в процессе самостоятельной работы студент должен освоить приведение квадратичной формы к главным осям. Центральной теоремой данного раздела является теорема о коэффициентах канонического вида, к которому приводится квадратичная форма ортогональным преобразованием.

3.2. Примерные темы курсовых работ, информационно-аналитических справок, проектов, др.

Программой данного курса не предусмотрены.

3.3. Примерный список вопросов для подготовки к экзамену/зачету

1. Метод последовательного исключения неизвестных. Метод Жордана-Гаусса.
2. Действия над матрицами. Обратная матрица. Метод Жордана-Гаусса нахождения обратной матрицы.
3. Перестановки и подстановки. Определители n-го порядка.
4. Свойства определителей. Миноры и их алгебраические дополнения.
5. n-мерное векторное пространство. Линейная зависимость системы векторов.
6. Теоремы о линейной зависимости системы веторов. Ранг системы векторов.
7. Ранг матрицы. Вычисление ранга матрицы методом окаймляющих миноров.
8. Теорема Кронекера-Капелли. Системы линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.
9. Определение комплексного числа. Графическое представление комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. Арифметические действия над комплексными числами. Извлечение корня из комплексного числа.
10. Операции над многочленами. Делители. Наибольший общий делитель.
11. Арифметические действия над многочленами. Свойства делимости многочленов. Алгоритм деления многочленов с остатком. Алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя.
12. Корни многочленов. Кратные корни. Лемма Даламбера. Основная теорема алгебры многочленов. Рациональные дроби. Теорема о разложении правильной рациональной дроби в сумму простейших дробей.
13. Определение квадратичной формы. Матрица квадратичной формы. Ранг квадратичной формы. Линейное преобразование квадратичной формы. Матрица преобразованной квадратичной формы. Теорема о приведении квадратичной формы к каноническому виду.
14. Положительно определённые формы. Закон инерции. Сигнатура квадратичной формы. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы.
15. Линейные пространства. Изоморфизм. Конечномерные пространства. Базис. Связь между базисами n-мерного линейного пространства.

16. Линейные преобразования. Линейные подпространства преобразование линейного пространства. Связь между матрицами линейного преобразования в разных базисах.
17. Операции над линейными преобразованиями. Невырожденные линейные преобразования.
18. Характеристическая матрица. Характеристический многочлен. Собственный вектор и собственное значение преобразования. Линейное преобразование с простым спектром.
19. Скалярное умножение векторов. Евклидово пространство. Ортогональная система векторов. Процесс ортогонализации.
20. Ортонормированный базис. Изоморфизм Евклидовых пространств.
21. Определение ортогональной матрицы. Переход от одного ортонормированного базиса к другому. Ортогональные преобразования евклидова пространства.
22. Симметрические преобразования. Действительность характеристических корней симметрической матрицы.
23. Приведение симметрической матрицы к диагональному виду. Ортогональное преобразование, приводящее квадратичную форму к главным осям.

3.4. Критерии оценки знаний и компетенций

Вид работы	Оценка/Процент	Описание критериев оценки
Контрольная работа	A (90 – 100%)	Решены правильно все задачи с возможным недочётом в решении не более чем одной задачи. Решение должно продемонстрировать глубокое знание теоретического материала и усвоение методов решения, разобранных на групповых занятиях.
	B (82 – 89%)	Допускается неверное решение не более чем одной задачи. Возможны небольшие арифметические ошибки, не приводящие к упрощению задачи.
	C (75 – 81%)	Решено не менее 75% предложенных задач. Возможны неверные ответы в 1-2 решенных задач из-за арифметических ошибок.
	D (67 – 74%)	Решено порядка 60-70% задач. Допущены арифметические ошибки в решенных задачах.
	E (50 – 60%)	Правильно решены 50 – 60% задач. Показаны формальные знания теоретического мАтериала и методов решения.
	F (менее 60%)	Решено менее половины предложенных задач. Показано отсутствие понимания теоретического материала и навыков практической работы по решению задач пройденного курса.

Работа на семинаре	A (90 – 100%)	Студентом проявлено знание теоретического материала, изложенного на предыдущих лекциях, умение грамотно применять понятия, термины, умение использовать методы теории для решения практических задач. Активная работа на семинаре, выражающаяся в предложении правильных ответов на поставленные вопросы.
	B (82 – 89%)	Предполагает правильные ответы на вопросы по теории рассматриваемой проблемы, теоретически обоснованные действия при решении задач, участие в обсуждении рассматриваемой темы.
	C (75 – 81%)	При знании теоретического материала по рассматриваемой проблеме допускается ограниченное понимание возможности применения методов решения задач, изложенных в лекциях. Работа на семинаре недостаточно активна.
	D (67 – 74%)	Недостаточная проработка теоретического материала, изложенного в лекциях или учебных пособиях. Нечёткое знание основных определений, теорем и выводов. Умение применять методы решения задач, изложенные в лекциях, но без надлежащих обоснований. Пассивное отношение к обсуждению поставленной задачи.
	E (50 – 60%)	Формальное знание теоретического материала, ограниченное владение методами решения задач. Уклонение от обсуждения поставленных проблем.
	F (менее 60%)	Отсутствие теоретической подготовки по лекционным материалам, касающимся рассматриваемых на семинаре проблем, незнание методов и приёмов решения задач, изложенных в курсе лекций или рекомендованных учебных пособиях.
Теоретический коллоквиум	A (90 – 100%)	Систематизированные глубокие и полные знания по всем вопросам, предложенным к рассмотрению. Точное использование терминологии, стилистически грамотные, логически правильные ответы на вопросы, умение делать обоснованные выводы.

	B (82 – 89%)	Систематизированные глубокие и полные знания по всем вопросам, предложенным к рассмотрению. Понимание терминологии основных теорем и методов, изложенных в лекциях или рекомендованных учебных пособиях.
	C (75 – 81%)	Достаточно полные и систематизированные знания в объёме материала, предложенного к рассмотрению на коллоквиуме. Умение ориентироваться в основных положениях и методах теории.
	D (67 – 74%)	Усвоение основных положений теории. Владение терминологией и методами доказательства основных теорем.
	E (50 – 60%)	Фрагментарные знания положений теории, недостаточно чёткое понимание и владение методами вывода формул и доказательства основных теорем.
	F (менее 60%)	Отсутствие теоретических знаний
Письменная экзаменационная работа	A (90 – 100%)	Решены правильно все задачи с возможным недочётом в решении не более чем одной задачи. Решение должно продемонстрировать глубокое знание теоретического материала и усвоение методов решения, разобранных на групповых занятиях.
	B (82 – 89%)	Допускается неверное решение не более чем одной задачи. Возможны небольшие арифметические ошибки, не приводящие к упрощению задачи.
	C (75 – 81%)	Решено не менее 75% предложенных задач. Возможны неверные ответы в 1-2 решенных задач из-за арифметических ошибок.
	D (67 – 74%)	Решено порядка 60-70% задач. Допущены арифметические ошибки в решенных задачах.
	E (50 – 60%)	Правильно решены 50 – 60% задач. Показаны формальные знания теоретического материала и методов решения.

	F (менее 60%)	Решено менее половины предложенных задач. Показано отсутствие понимания теоретического материала и навыков практической работы по решению задач пройденного курса.

РАЗДЕЛ 4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

По возможности семинарские занятия нужно проводить в компьютерных классах. Для вычисления определителей, нахождения обратных матриц, нахождения собственных значений и собственных векторов линейных преобразований и решения ряда других задач студенты могут использовать табличный процессор Excel и математическую систему Matlab.