

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ
КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИФТЭБ

Протокол № 545-2

от 31.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 38.03.01 Экономика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	4	144	30	30	0	48	0	Э
Итого	4	144	30	30	0	48	0	

АННОТАЦИЯ

Курс линейной алгебры является продолжением аналитической геометрии, в котором изучаются следующие разделы: системы линейных алгебраических уравнений; линейные, евклидовы и унитарные пространства; линейные операторы и их матрицы; линейные, билинейные, полуторалинейные и квадратичные формы. Данная дисциплина создает базу для освоения как математических, так и ряда физических разделов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является овладение навыками использования векторного и операторного методов решения ряда задач, имеющих важнейшее прикладное значение в различных областях математики, физики и техники.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Результаты освоения данной учебной дисциплины тесно связаны со всеми изучаемыми в дальнейшем курсами математики. Для её изучения необходимо владеть основными разделами высшей математики. Освоение курса является необходимым для изучения всех последующих физико-математических дисциплин. Данная дисциплина является основообразующей для высшего образования.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать

в поставленных задачах	основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
------------------------	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Системы линейных алгебраических уравнений. Линейные пространства.	1-8	16/16/0		25	к.р-8	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Линейные операторы, Евклидовы пространства.	9-15	14/14/0		25	к.р-15	3-УК-1, У-УК-1,

							В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
к.р	Контрольная работа
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	30	30	0
1-8	Системы линейных алгебраических уравнений. Линейные пространства.	16	16	0
1 - 3	Матрицы и определители Прямоугольные матрицы. Линейные действия над ними. Теорема о линейном векторном пространстве матриц. Перемножение матриц. Свойства. Транспонированные и сопряженные матрицы. Свойства. Перестановки и их	Всего аудиторных часов		
		6	6	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>свойства. Определение определителя матрицы n-ого порядка. Определители транспонированной и сопряженной матриц. Свойства определителя, связанные с элементарными преобразованиями строк (столбцов) соответствующей матрицы. Свойства определителя, выражающие достаточные условия равенства нулю этого определителя. Вычисление определителя разложением по элементам строки или столбца соответствующей матрицы. Определитель произведения матриц. Обратная матрица. Критерий обратимости матрицы. Свойства. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре. Критерий равенства нулю определителя матрицы. Теорема о ранге матрицы. Ранг произведения матриц, теорема и ее следствия. Элементарные преобразования строк матрицы и их применение к вычислению ранга матрицы. Вычисление ранга матрицы методом окаймляющих миноров.</p>			
4 - 5	<p>Системы линейных алгебраических уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений. Основные определения: решение, общее решение, частное решение. Совместные и несовместные системы, эквивалентность систем. Квадратные системы линейных уравнений. Теорема Крамера. Критерий совместности систем линейных уравнений общего вида (теорема Кронекера-Капелли). Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Базисные и свободные неизвестные. Однородные системы. Свойства решений (существование, линейность множества решений). Фундаментальная система решений. Теорема о числе векторов в фундаментальной системе решений. Структура общего решения однородной системы. Неоднородные системы. Структура общего решения совместной неоднородной системы.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 8	<p>Линейные пространства. Линейные пространства. Аксиоматика линейного пространства, простейшие теоремы, примеры. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов, общие утверждения. Базис и размерность линейного пространства. Конечномерные и бесконечномерные пространства. Координаты вектора в данном базисе. Матрица перехода от одного базиса к другому: преобразование координат вектора при переходе к новому базису. Подпространство. Сумма и пересечение подпространств. Линейные оболочки, теорема об их размерности. Разложение пространства в прямую сумму подпространств. Геометрическая интерпретация общего решения однородной и неоднородной систем линейных уравнений.</p>	Всего аудиторных часов		
		6	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Линейные операторы, Евклидовы пространства.	14	14	0
9 - 11	Линейные операторы. Линейные операторы в конечномерном линейном	Всего аудиторных часов		
		6	6	0

	<p>пространстве. Определение линейного оператора. Примеры. Образ и ядро линейного оператора. Матрица линейного оператора в данном базисе. Связь между линейными операторами и квадратными матрицами. Преобразование матрицы оператора при переходе от одного базиса к другому.</p> <p>Действия с линейными операторами. Обратный оператор, его свойства. Критерий обратимости линейного оператора. Пространства, инвариантные относительно оператора. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора, их свойства. Характеристическое уравнение. Система для нахождения координат собственных векторов. Диагонализуемые операторы, критерий диагонализуемости. Примеры недиагонализуемых операторов.</p>	Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	<p>Билинейные и квадратичные формы.</p> <p>Билинейные формы. Определение, задание в фиксированном базисе. Преобразование матрицы билинейной формы при переходе к новому базису. Симметричные и кососимметричные билинейные формы. Квадратичная форма, полярная билинейная форма. Приведение квадратичной формы к каноническому виду методом Лагранжа. Закон инерции квадратичных форм. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	<p>Евклидовы пространства.</p> <p>Евклидовы пространства. Определение евклидова пространства. Примеры. Неравенство Коши-Буняковского. Неравенство треугольника. Ортонормированный базис. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта. Существование ортонормированного базиса. Ортогональное дополнение подпространства. Разложение евклидова пространства в прямую сумму подпространства и его ортогонального дополнения. Квадратичные формы в E_n. Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием.</p>	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты

ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1 - 3	<p>Матрицы и определители Линейные действия над ними. Перемножение матриц. Транспонированные и сопряженные матрицы. Перестановки. Определитель матрицы n-ого порядка. Вычисление определителя разложением по элементам строки или столбца соответствующей матрицы. Определитель произведения матриц. Обратная матрица. Ранг матрицы. Ранг произведения матриц. Элементарные преобразования строк матрицы и их применение к вычислению ранга матрицы. Вычисление ранга матрицы методом окаймляющих миноров.</p>
4 - 5	<p>Системы линейных алгебраических уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений. Совместные и несовместные системы, эквивалентность систем. Метод Крамера. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Базисные и свободные неизвестные. Однородные системы. Фундаментальная система решений. Структура общего решения однородной системы. Неоднородные системы. Структура общего решения совместной неоднородной системы.</p>
6 - 8	<p>Линейные пространства. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис и размерность линейного пространства. Координаты вектора в данном базисе. Матрица перехода от одного базиса к другому: преобразование координат вектора при переходе к новому базису. Подпространство. Сумма и пересечение подпространств. Линейные оболочки, их размерности. Разложение пространства в прямую сумму подпространств.</p>
9 - 10	<p>Линейные операторы. Линейные операторы в конечномерном линейном пространстве. Образ и ядро линейного оператора. Матрица линейного оператора в данном базисе. Связь между линейными операторами и квадратными матрицами. Преобразование матрицы оператора при переходе от одного базиса к другому. Действия с линейными операторами. Обратный оператор. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Характеристическое уравнение. Система для нахождения координат собственных векторов. Диагонализуемые операторы.</p>
11 - 12	<p>Билинейные и квадратичные формы. Билинейные формы. Квадратичная форма, полярная билинейная форма. Приведение квадратичной формы к</p>

	каноническому виду методом Лагранжа. Закон инерции квадратичных форм. Критерий Сильвестра положительной определённости квадратичной формы.
13 - 15	Евклидовы пространства. Евклидовы пространства. Неравенство Коши-Буняковского. Неравенство треугольника. Ортонормированный базис. Процесс ортогонализации Грама-Шмидта. Ортогональное дополнение подпространства. Квадратичные формы в E_n . Приведение квадратичной формы к каноническому виду ортогональным преобразованием.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются следующие образовательные технологии – занятия проводятся в форме лекций и практических занятий. Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются тестовые технологии, то есть специальный банк вопросов в открытой и закрытой форме, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы. Предполагается использование современных информационных технологий: рассылка заданий с использованием компьютерной программы, в которой также предлагается курс лекций и разбор практических задач

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
УК-1	З-УК-1	Э, к.р-8, к.р-15
	У-УК-1	Э, к.р-8, к.р-15
	В-УК-1	Э, к.р-8, к.р-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, к.р-8, к.р-15
	У-УКЕ-1	Э, к.р-8, к.р-15
	В-УКЕ-1	Э, к.р-8, к.р-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С18 Векторная алгебра : учебно-методическое пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ И 46 Линейная алгебра : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2020
3. ЭИ П 82 Сборник задач по линейной алгебре : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. 512 И46 Линейная алгебра : учебник для вузов, В. А. Ильин, Э. Г. Позняк, Москва: Физматлит, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 514 Б42 Курс аналитической геометрии и линейной алгебры : учебник для вузов, Д. В. Беклемишев, Москва: Физматлит, 2007

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1.1. Методические рекомендации для усвоения теоретического курса

Основной целью обучения студентов математическим дисциплинам является развитие логического и алгоритмического мышления, повышение уровня математической культуры, развитие навыков самостоятельной работы.

Для достижения целей обучения программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы практических занятий следуют за темами лекций, и они доступны каждому студенту на сайте университета. Чтобы хорошо подготовиться к семинарскому занятию, необходимо, прежде всего, проработать лекционный материал. Для этого обязательно надо конспектировать учебник, непонятные вопросы нужно разяснять у преподавателя. При проработке материала полезно пользоваться разными учебниками, и если конспект ведется по всем темам дисциплины, то при подготовке к итоговому контролю достаточно будет собственного конспекта.

После того, как Вы научились давать определения, формулировать аксиомы, леммы и теоремы (математически правильно и грамматически верно), можно считать изучение данного раздела законченным. Ничего, включая важнейшие выводы, определения и формулировки, не надо учить наизусть, тем более доказательства разных утверждений. При необходимости понятый и закрепленный материал вы сможете легко вспомнить.

1.2. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям

На семинарах, как правило, рассматриваются вопросы и задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Во время семинарских занятий учат правильно ставить и решать задачи, а также анализировать их решения. По теме, пройденной на семинаре, даются задачи для самостоятельной работы. Усвоение темы во многом зависит от осмысленного выполнения самостоятельной работы.

При решении задач прежде всего необходимо хорошо вникнуть в суть задания, записать кратко ее условие. Если позволяет характер задачи, обязательно сделать рисунок, поясняющий

ее сущность. За редким исключением, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде, т.е. в буквенных обозначениях.

Решение задачи принесет наибольшую пользу только в том случае, когда обучающийся решит ее самостоятельно. Решить задачу без помощи часто не всегда удается, но тем не менее попытки найти решение развивают мышление и укрепляют волю.

2. Права и обязанности студента университета:

2.1. Студент имеет право:

1). на получение ответов на интересующие его вопросы по изучаемой дисциплине от преподавателя, ведущего занятия;

2). на консультацию по теории изучаемой дисциплины в течение семестра и перед экзаменом.

2.2. Студент обязан:

1). регулярно посещать лекции и семинары, работать на практических занятиях, выполнять все текущие самостоятельные работы по изучаемой дисциплине;

2). пройти аттестацию по всем разделам данной дисциплины;

3). в конце семестра сдать теоретический экзамен или зачет по соответствующей дисциплине.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Основные принципы обучения математическим дисциплинам

1.1. Основная цель обучения – научить студентов логически мыслить; познакомить с аксиомами в математике и методами доказательства различного рода утверждений; научить применять полученные теоретические знания к решению математических и физических задач. Также студенты должны овладеть методами решения, планирования, моделирования, анализа, синтеза в математике для использования их в дальнейшей профессиональной деятельности.

1.2. Воспитательная цель обучения – формирование направленности и интереса к постижению учебного материала. Необходимо развивать в студентах волевые качества и трудолюбие, стремление к самосовершенствованию.

1.3. Обучение не должно быть пассивным. Преподаватель должен интересоваться, как у студентов продвигается решение поставленных задач, и, при необходимости, организовать разбор наиболее трудных из них.

1.4. Необходимо строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание, а не через «зубрежку».

1.5. Важный фактор успешности обучения – взаимоотношения между преподавателем и студентами на основе уважения и доброжелательной требовательности.

1.6. Необходим регулярный контроль за работой студентов, проверка конспекта лекций.

2. Методические рекомендации преподавателям, читающим лекции

2.1. Лекция – устное последовательное изложение изучаемого материала, состоящее из связанных между собой частей: вступление, вводная часть, основная часть, заключение.

При чтении лекций необходимо придерживаться календарного плана, разработанного на кафедре по данной дисциплине.

2.2. Лектор должен отслеживать ход проведения практических занятий по данной дисциплине, проводить коррекцию плана семинарских занятий по читаемому курсу, чтобы те преподаватели, которые ведут практические занятия в группах данного потока знали, какие темы прочитаны, а какие еще нет.

3. Методические рекомендации преподавателям, читающим лекции впервые

3.1. Процесс подготовки лекции следует начать с подбора материала, далее необходимо подготовить план и конспект лекции, а затем самостоятельно проделать необходимые математические выкладки. Накануне дня занятий надо повторить подготовленный лекционный материал, а сразу после завершения занятия – начать готовиться к следующему.

3.2. Желательно придерживаться следующей техники чтения лекции. В начале лекции надо актуализировать в памяти слушателей пройденный материал, затем дать краткий обзор материала предстоящего занятия. Читая лекцию, нужно все время заботиться о том, чтобы речь была выразительной, выдержанной в динамичном темпе, но при этом содержала паузы и акценты на важных аспектах темы. При изложении учебного материала необходимо использовать принцип наглядности для облегчения восприятия информации студентами.

3.3. Лекции должны быть эмоционально окрашенными. Надо стараться подчеркивать логику рассуждений при доказательствах тех или иных утверждений, приучая студентов к логическому мышлению. Лектор должен излагать учебный материал последовательно, строго придерживаясь плана.

3.4. Необходимо разъяснить студентам, что лекция и учебник не дублируют, а дополняют друг друга. Студентам необходимо пользоваться учебниками при освоении учебного материала дисциплины.

4. Методические рекомендации преподавателям, ведущим практические занятия

4.1. Семинары – групповая форма занятий при активном участии студентов для проверки знаний.

4.2. Семинарские занятия проводятся согласно плану дисциплины.

4.3. Основная задача преподавателя состоит в том, чтобы студент регулярно и интенсивно работал над теорией и выполнял самостоятельные работы.

4.4. В начале занятия надо осуществлять контроль выполнения самостоятельной работы студентами, чтобы понять, насколько трудной она была и как усвоен предыдущий материал. При необходимости нужно разобрать наиболее трудные задачи совместно.

4.5. Каждый преподаватель должен согласовывать с лектором дату проведения итогового контроля. Результаты выполнения контрольных работ должны быть объявлены студентам, а также показаны сами работы и объяснены те ошибки, которые они допустили.

4.6. Каждый преподаватель обязан своевременно подавать сведения о посещаемости практических занятий и о результатах проводимого контроля знаний в системе на сайте eis.mephi.ru.

Автор(ы):

Волков Николай Петрович, к.ф.-м.н., доцент