

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 27.01.2023 16:31:17

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Линейная алгебра

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

03.03.02 ФИЗИКА

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 5

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 12

часов на контроль 45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17		17	
Практические	17	34	17	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	12	12	12	12
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., Доцент, Смирнова Е.А.

Рабочая программа

Линейная алгебра

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 03.03.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА, 03.03.02-БФ3-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.03.02 ФИЗИКА, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Протокол от 22.06.2021 г., №11/21

Руководитель подразделения д.ф.-м.н. профессор Мухин С.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель дисциплины – изучение основных понятий и методов линейной алгебры в процессе дальнейшего обучения и применения для решения задач в области физики.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Кристаллография	
2.1.2	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.3	Методы математической физики	
2.1.4	Теоретическая механика и основы теории упругости.	
2.1.5	Физика	
2.1.6	Математика	
2.1.7	Информатика	
2.1.8	Физическая химия	
2.1.9	Электротехника	
2.1.10	Органическая химия	
2.1.11	Химия	
2.1.12	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Анализ данных	
2.2.2	Высшая математика. Спецглавы.	
2.2.3	Квантовая механика	
2.2.4	Машинное обучение	
2.2.5	Методы обработки статистических данных (анализ данных)	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.8	Введение в физику твердого тела	
2.2.9	Квантовая механика. Спецглавы.	
2.2.10	Нелинейная физика	
2.2.11	Специальный физический практикум	
2.2.12	Статистическая физика	
2.2.13	Квантовые вычисления	
2.2.14	Методы вычислительной физики	
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.16	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.17	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.18	Теоретическая нанофотоника	
2.2.19	Фотоника	
2.2.20	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.2.21	Научно-исследовательская работа	
2.2.22	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.23	Физика поверхности	
2.2.24	Введение в физику полупроводников	
2.2.25	Компьютерные методы в физике	
2.2.26	Методы физико-химических исследований	
2.2.27	Оформление результатов научной деятельности	
2.2.28	Строение некристаллических систем	
2.2.29	Теория химической связи	
2.2.30	Термодинамика металлических растворов	
2.2.31	Физика конденсированного состояния	
2.2.32	Физические свойства твердых тел	

2.2.33	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.34	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.35	Статистические расчеты равновесий
2.2.36	Термодинамика неравновесных процессов
2.2.37	Термодинамика сложных систем
2.2.38	Физика низкоразмерных систем

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Знать:

ОПК-1-33 возможности использования линейной алгебры в будущей профессиональной деятельности

ОПК-1-32 основные приемы работы с системами уравнений, матрицами, векторами, операторами

ОПК-1-31

основные понятия линейной алгебры

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-2-У1 использовать на практике основные понятия, методы и средства линейной алгебры и возможных сфер их приложений для решения практических профессиональных задач

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Уметь:

ОПК-1-У2 определять основные алгебраические формы

ОПК-1-У1 применять изученный математический аппарат линейной алгебры при решении типовых и прикладных задач, обосновывать полученные утверждения и факты

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные, демонстрировать навыки работы в лаборатории / мастерской, способность разрабатывать и проводить экспериментальные исследования, интерпретировать данные и делать выводы в соответствующей области исследования

Владеть:

ОПК-2-В1 методами линейной алгебры при решении профессиональных задач

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности, осуществлять моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования

Владеть:

ОПК-1-В1 навыками решения простых алгебраических систем, определения алгебраических объектов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Линейные пространства							

1.1	Понятие линейного пространства. Линейная зависимость. Линейные оболочки. Базис и размерность. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
1.2	Линейные пространства. Базис и размерность. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р1
1.3	Решение систем линейных уравнений. Элементарные преобразования. Метод Гаусса решения системы линейных уравнений. Формулы Крамера. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
1.4	Понятие перестановок. Разложение подстановок на независимые циклы. Четность подстановки. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
1.5	Разложение подстановок на независимые циклы. Степень и порядок подстановки. Транспозиция перестановок. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р2
	Раздел 2. Матрицы, определители и их свойства							
2.1	Теорема о ранге матрицы. Линейные отображения, матрицы и операции над ними. Произведение матриц. Транспонирование матриц. Ранг произведения матриц /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.2	Ранг матрицы /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

2.3	Обратные матрицы. Невырожденные матрицы и их связь с обратимыми. Вычисление обратной матрицы. Пространство решений. Ориентированный объем параллелепипеда /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р3
2.4	Обратные матрицы. Вычисление обратной матрицы. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
2.5	Матрицы. Определители и их свойства. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
2.6	Аксиоматическое задание определителя. Разложение определителя по строке или столбцу. Определитель матрицы с углом нулей. Определитель произведения матриц. Формула обратной матрицы. Формулы Крамера. Определитель Вандермонда. /Пр/	5	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р4
2.7	Освоение теоретического материала по разделам 1-2 /Ср/	5	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4			
	Раздел 3. Линейные операторы							
3.1	Линейные операторы. Обратные операторы. Собственные вектора и собственные значения линейных операторов. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
3.2	Примеры линейных операторов. Обратные операторы, существование и единственность. Ядро и образ линейного оператора. Ранг линейного оператора. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			Р5

3.3	Евклидовы пространства. Норма и скалярное произведение векторов. Неравенство треугольника. /Лек/	5	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
3.4	Ортонормированные линейные пространства. Норма и скалярное произведение векторов. Неравенство треугольника. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			Р7
3.5	Самосопряженный и нормальный операторы в евклидовых и эрмитовых пространствах, ортогональный и унитарный операторы. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.6	Самосопряженный оператор /Пр/	5	4	ОПК-2-У1 ОПК-1-31 ОПК-2-В1 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			
3.7	Билинейные и квадратичные функции и формы. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4			
3.8	Билинейные и квадратичные функции и формы, их поведение при замене базиса. Критерий Сильвестра. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р6
3.9	Сингулярное матричное разложение /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4			
3.10	Спектральное матричное разложение. Ортогональное дополнение и процесс ортогонализации. Приближение матриц меньшего ранга /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4			
Раздел 4. Теория групп								

4.1	Группы. Степень элемента. Циклические группы. Изоморфизм групп. /Лек/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л2.1			
4.2	Группы. Степень элемента. Циклические группы. Изоморфизм групп. Коммутативная группа, группа симметрий. /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р8
4.3	Контрольная работа 2 /Пр/	5	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	
4.4	Освоение теоретического материала разделов 3-4 /Ср/	5	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	----------------------------	--	------------------------

КМ1	Экзамен	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33	<p>Основные методы линейной алгебры</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие линейного пространства. Основные примеры. Базис и размерность линейного пространства. Основные свойства линейных пространств. 2. Евклидово пространство. Ортонормированные линейные пространства. Норма и скалярное произведение векторов. Неравенство треугольника. 3. Линейная зависимость и линейная независимость векторов. Свойства линейной зависимости и независимости. Основная лемма о линейной зависимости. Линейные зависимости строк и столбцов матрицы. 4. Линейные операторы. Свойства линейных операторов. Примеры линейных операторов. Обратные операторы, существование и единственность. 5. Ядро и образ линейного оператора. Ранг линейного оператора. 6. Собственные вектора и собственные значения линейных операторов. След (Spur) матрицы. Свойства следа матрицы. 7. Определение матрицы. Операции над матрицами. Произведение матриц. Ассоциативность произведения матриц. Транспонирование матриц. Формула для транспонирования произведения матриц. 8. Обратные матрицы. Существование и единственность. Матрица обратима тогда и только тогда, когда она невырождена. Критерий невырожденности матрицы в терминах определителя. Вычисление обратной матрицы с помощью элементарных преобразований. 9. Ранг матрицы. Совпадение рангов по строкам и столбцам. Ранг произведения матриц. 10. Понятие определителя квадратной матрицы. Элементарные преобразования. Подстановки. Основные свойства определителя. Определитель произведения матриц. 11. Решение систем линейных уравнений. Элементарные преобразования. Метод Гаусса решения системы линейных уравнений. Формулы Крамера. 12. Сингулярное матричное разложение.
КМ2	Контрольная работа 1 по разделам 1-2	ОПК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-2-В1;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Вариант контрольной в приложении
КМ3	Контрольная работа 2 по разделам 3-4	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Вариант контрольной в приложении
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Домашнее задание 1 Линейная независимость векторов. Базис.	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-32;ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Примеры домашних заданий приведены в Приложении.
Р2	Домашнее задание 2 Перестановки	ОПК-2-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-2-В1;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Примеры домашних заданий приведены в Приложении.
Р3	Домашнее задание 3. Матрицы.	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Примеры домашних заданий приведены в Приложении

P4	Домашнее задание 4. Определители.	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Примеры домашних заданий приведены в Приложении
P5	Домашнее задание 5. Линейные операторы.	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Примеры домашних заданий приведены в Приложении.
P6	Домашнее задание 6. Билинейные формы.	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У2	Примеры домашних заданий приведены в Приложении.
P7	Домашнее задание 7. Операторы. Характеристический многочлен.	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Примеры домашних заданий приведены в Приложении.
P8	Домашнее задание 8. Теория групп.	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Примеры домашних заданий приведены в Приложении.

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов

Пример билета

1. Понятие линейного пространства. Основные примеры. Базис и размерность линейного пространства.
2. Ядро и образ линейного оператора. Ранг линейного оператора.

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

«Отлично»	Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер
«Хорошо»	Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера
«Удовлетворительно»	Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности
«Неудовлетворительно»	Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Ильин В. А., Позняк Э. Г.	Линейная алгебра: учебник для студ. физ. спец.	Библиотека МИСиС	М.: Физматлит, 2004
Л1.2	Проскуряков И. В.	Сборник задач по линейной алгебре: учеб. пособие для физ.-мат. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Наука, 1978

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ефимов А. В., Каракулин А. Ф., Кожухов И. Б., др., Ефимов А. В., Поспелов А. С.	Сборник задач по математике для вузов. В 4-х ч. Ч. 1: учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Физматлит, 2004

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Ефимов А. В., Каракулин А. Ф., Коган С. М., др., Ефимов А. В., Поспелов А. С.	Сборник задач по математике для втузов. В 4-х ч. Ч. 2: учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Физматлит, 2004
Л2.3	Ефимов А. В., Каракулин А. Ф., Поспелов А. С., др., Ефимов А. В., Поспелов А. С.	Сборник задач по математике для втузов. В 4-х ч. Ч. 3: учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Физматлит, 2003
Л2.4	Вуколов Э. А., Ефимов А. В., Земсков В. Н., Поспелов А. С., Ефимов А. В., Поспелов А. С.	Сборник задач по математике для втузов. В 4-х ч. Ч. 4: учеб. пособие для втузов	Библиотека МИСиС	М.: Физматлит, 2004

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Онлайн курс по линейной алгебре, свободный доступ.	https://ru.coursera.org/learn/algebra-lineynaya
Э2	Достаточные условия существования решения задачи об условном экстремуме методом Лагранжа. Учебное пособие. Свободный доступ.	http://math.phys.msu.ru/data/28/MA_2s_KK(Lagrange).pdf

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas
П.5	MS Teams
П.6	Python

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.4	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.6	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.7	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение каждого раздела курса необходимо начинать с изучения лекционного материала: конспекта лекции, рекомендуемой литературы. Критерием успешного освоения лекционного материала для каждого студента могут служить результаты самоконтроля. Если студент оказывается способным справиться с большинством предлагаемых в каждом разделе дисциплины контрольных вопросов, задач и домашних заданий, значит, процесс освоения материала идет успешно. В противном случае необходимо обратиться к лектору на консультации.