

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:00

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники

Закреплена за подразделением

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 10

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.ф.-.м.н., доц., Кубасов Илья Викторович

Рабочая программа

Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра материаловедения полупроводников и диэлектриков

Протокол от 21.06.2023 г., №12-22/23

Руководитель подразделения Оганов А.Р

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – научить использовать численные методы для компьютерного моделирования и обработки результатов экспериментов в области материаловедения.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	1. Научить методам и приемам численного дифференцирования для обработки результатов экспериментов;
1.4	2. Научить приемам численного анализа периодических и квазипериодических сигналов с целью применения в спектроскопии и моделировании материалов.
1.5	3. Научить методам визуализации и расчета анизотропных свойств и воздействий, описываемых тензорами.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.32
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Биофизика	
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.4	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.5	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.6	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.7	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.8	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.9	Основы научно-технического перевода	
2.1.10	Практика научно-технического перевода и редактирования	
2.1.11	Тензорные методы в кристаллофизике	
2.1.12	Технология получения кристаллов	
2.1.13	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов	
2.1.14	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
2.1.15	Функциональные наноматериалы	
2.1.16	Химия и технология полимерных материалов	
2.1.17	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.18	Композиционные материалы	
2.1.19	Конструирование композиционных материалов	
2.1.20	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.21	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.22	Специальные сплавы	
2.1.23	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.24	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.1.25	Атомное строение фаз	
2.1.26	Биохимия наноматериалов	
2.1.27	Инженерия поверхности	
2.1.28	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.29	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.30	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.31	Наноматериалы	
2.1.32	Сверхтвердые материалы	
2.1.33	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.34	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.35	Физика магнитных явлений	
2.1.36	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.37	Физика прочности	
2.1.38	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.39	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.40	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.41	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	

2.1.42	Материаловедение
2.1.43	Материаловедение полупроводников и диэлектриков
2.1.44	Металловедение инновационных материалов
2.1.45	Методы исследования материалов
2.1.46	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.47	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.48	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.49	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.50	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.51	Разработка новых материалов
2.1.52	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.53	Физика диэлектриков
2.1.54	Физика полупроводников
2.1.55	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.56	Дефекты кристаллической решетки
2.1.57	Компьютеризация эксперимента
2.1.58	Материалы альтернативной энергетики
2.1.59	Материалы наукоемких технологий
2.1.60	Основы дизайна металлических материалов
2.1.61	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.62	Планирование научного эксперимента
2.1.63	Современные проблемы материаловедения
2.1.64	Теория поверхностных явлений
2.1.65	Теория симметрии
2.1.66	Электроника
2.1.67	Кристаллография
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.2	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.3	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.4	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.5	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.6	Менеджмент качества
2.2.7	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.8	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.9	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.10	Методология научных исследований
2.2.11	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.12	Основы клеточной биологии
2.2.13	Оформление результатов научной деятельности
2.2.14	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.15	Симметрия наносистем
2.2.16	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.17	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.18	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.19	Управление коллективами
2.2.20	Управление проектами
2.2.21	Химические основы биологических процессов
2.2.22	Цифровое материаловедение
2.2.23	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.24	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.25	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.26	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.27	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.28	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.29	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.30	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.31	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-31 Основные численные методы, применяемые для моделирования свойств полупроводниковых и диэлектрических кристаллов.

Уметь:

ПК-1-У1 Корректно формулировать требования к экспериментальным данным для получения релевантных данных при их дальнейшей математической обработке.

Владеть:

ПК-1-В1 Аналитическими, вычислительными и экспериментальными методами моделирования поведения материалов в устройствах полупроводниковой электроники и оптики.

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. Визуализации анизотропных свойств кристаллов, описываемых тензорными величинами							
1.1	Место тензоров в линейной алгебре /Пр/	10	8	ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2			
1.2	Преобразование компонент тензоров при повороте системы координат с помощью программного паке GNU Octave. Двух- и трехмерная визуализации анизотропных свойств кристаллов, описываемых тензорными величинами, с помощью программы GNU Octave /Лаб/	10	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1	Для проведения лабораторной работы требуется специализированная компьютерная лаборатория К-420 с предустановленным бесплатным программным пакетом GNU Octave v.5.2.0		Р2

1.3	Построение зависимостей пьезоэлектрических модулей кристаллов от угла среза пластин средствами GNU Octave в рамках домашнего задания. Анализ и повторение знаний, полученных при освоении раздела в рамках подготовки к экзамену. /Ср/	10	20	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	При выполнении домашнего задания студентам рекомендуется руководствоваться конспектом лекций и методическими указаниями к домашнему заданию (см. Приложения к РПД). Самостоятельная работа может проводиться студентами на личных компьютерах или в специализированной аудитории К-420 каф. МПид.		
	Раздел 2. Численное интегрирование и численное дифференцирование в обработке результатов экспериментов							
2.1	Фундаментальная неустойчивость численного дифференцирования /Пр/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2			
2.2	Лабораторная работа по численному дифференцированию методами правосторонней, левосторонней и центральной разностей и численному интегрированию /Лаб/	10	6	ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1	Для проведения лабораторной работы требуется специализированная компьютерная лаборатория К-420 с предустановленным бесплатным программным пакетом GNU Octave v.5.2.0		Р3
2.3	Численное дифференцирование методами правосторонней, левосторонней и центральной разностей. Численное интегрирование. /Пр/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2			

2.4	Численное дифференцирование и интегрирование экспериментальных данных с различным уровнем зашумленности в рамках домашнего задания. Анализ и повторение знаний, полученных при освоении раздела в рамках подготовки к экзамену. /Ср/	10	20	ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2	При выполнении домашнего задания студентам рекомендуется руководствоваться конспектом лекций и методическими указаниями к домашнему заданию (см. Приложения к РПД). Самостоятельная работа может проводиться студентами на личных компьютерах или в специализированной аудитории К-420 каф. МПид.		
	Раздел 3. Полусеместровый коллоквиум							
3.1	Полусеместровый коллоквиум /Пр/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2		КМ1	
	Раздел 4. Использование преобразования Фурье для анализа и обработки сигналов							
4.1	Ряд Фурье и преобразование Фурье в различных формах записи. Свойства преобразования Фурье и области его применения /Пр/	10	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2			
4.2	Ограничения, накладываемые на преобразование Фурье дискретностью и конечностью набора данных /Пр/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2			

4.3	Дискретное Фурье-преобразование и алгоритмы вычисления. Использование Фурье-преобразование в ИК Фурье-спектроскопии /Лаб/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Э1	Для проведения лабораторной работы требуется специализированная компьютерная лаборатория К-420 с предустановленным бесплатным программным пакетом GNU Octave v.5.2.0		Р4
4.4	Анализ экспериментального сигнала методами Фурье анализа в рамках домашнего задания. Анализ и повторение знаний, полученных при освоении раздела в рамках подготовки к экзамену. /Ср/	10	17	ПК-1-31 ПК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2	При выполнении домашнего задания студентам рекомендуется руководствоваться конспектом лекций и методическими указаниями к домашнему заданию (см. Приложения к РПД). Самостоятельная работа может проводиться студентами на личных компьютерах или в специализированной аудитории К-420 каф. МПид.		
	Раздел 5. Итоговый коллоквиум							
5.1	Итоговый коллоквиум по курсу /Пр/	10	4	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2	Проводится на предпоследнем занятии семестра	КМ2	

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	Полусеместровый коллоквиум	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Численное дифференцирование. Правосторонняя, левосторонняя и центральная разности. 2. Доказательство неустойчивости операции численного дифференцирования. 3. Математическое представление измерительного прибора как линейного оператора. Оператор сдвига. Аппаратная функция прибора. 4. Операция свертки, ее физическая интерпретация и свойства. Использование свертки для вычисления преобразования Фурье от произведения двух функций. 5. Алгоритмы преобразования компонент тензоров различного ранга при повороте системы координат. 6. Способы визуализации тензорных свойств и воздействий средствами GNU Octave.
КМ2	Итоговый коллоквиум	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Численное дифференцирование. Правосторонняя, левосторонняя и центральная разности. 2. Доказательство неустойчивости операции численного дифференцирования. 3. Математическое представление измерительного прибора как линейного оператора. Оператор сдвига. Аппаратная функция прибора. 4. Операция свертки, ее физическая интерпретация и свойства. Использование свертки для вычисления преобразования Фурье от произведения двух функций. 5. Ряд Фурье. Свойства, способы записи и области применения. 6. Вывод комплексного представления ряда Фурье. 7. Преобразование ряда Фурье в преобразование Фурье. Их сходства и различия. 8. Прямое и обратное преобразования Фурье. Их свойства. 9. Преобразование Фурье гармонической функции (синуса или косинуса). 10. δ-функция Дирака. Получение из sinc-функции. Свойства δ-функции. Фурье преобразование δ-функции. 11. Амплитудный и фазовый спектры. Их свойства 12. Интерферометр Майкельсона – устройство и применение для ИК-Фурье спектроскопии. Преимущества ИК-Фурье спектроскопии перед дисперсионной спектроскопией. 13. Математическое описание интерференции в ИК-Фурье спектрометре. Вычисление спектра из интерференционного сигнала. 14. Влияние на спектр сигнала конечности времени накопления данных. 15. Максимальное разрешение ИК-Фурье спектрометра. 16. Влияние дискретизации сигнала на получаемый спектр. 17. Восстановление спектра дискретного сигнала. Оконная функция. Теорема Котельникова-Найквиста-Шеннона. Алиасинг. 18. Вывод DTFT и DFT-преобразований. 19. Алгоритмы преобразования компонент тензоров различного ранга при повороте системы координат. 20. Способы визуализации тензорных свойств и воздействий средствами GNU Octave. <p>Коллоквиум проводится на предпоследнем занятии семестра.</p>

КМЗ	Экзамен	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>Список тем для подготовки к экзамену.</p> <p>Место тензоров в линейной алгебре</p> <p>Преобразование компонент тензоров при повороте системы координат с помощью программного пакета GNU Octave</p> <p>Двух- и трехмерная визуализации анизотропных свойств кристаллов, описываемых тензорными величинами, с помощью программы GNU Octave</p> <p>Построение зависимостей пьезоэлектрических модулей кристаллов от угла среза пластин средствами GNU Octave.</p> <p>Фундаментальная неустойчивость численного дифференцирования</p> <p>Лабораторная работа по численному дифференцированию методами правосторонней, левосторонней и центральной разностей и численному интегрированию</p> <p>Численное дифференцирование методами правосторонней, левосторонней и центральной разностей.</p> <p>Численное интегрирование.</p> <p>Численное дифференцирование и интегрирование экспериментальных данных с различным уровнем зашумленности.</p> <p>Ряд Фурье и преобразование Фурье в различных формах записи.</p> <p>Свойства преобразования Фурье и области его применения</p> <p>Ограничения, накладываемые на преобразование Фурье дискретностью и конечностью набора данных</p> <p>Дискретное Фурье- преобразование и алгоритмы вычисления.</p> <p>Использование Фурье- преобразование в ИК Фурье- спектроскопии</p> <p>Анализ экспериментального сигнала методами Фурье анализа.</p>
-----	---------	-------------------------	--

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
P1	Домашнее задание	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>Написать программу на языке GNU Octave версии 5.1.0 или новее, выполняющую следующие действия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обработка экспериментальных данных <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Прочитать *.csv файл с исходными экспериментальными данными . 1.2. Произвести аппроксимацию экспериментальных данных функцией согласно индивидуальному варианту, используя нелинейную регрессию. Могут быть использованы как детерминированные модели, так и стохастические алгоритмы (например, генетический). Сравнить полученные в результате решения регрессионной задачи коэффициенты b_0 и b_1 с теми, которые даны в *.csv файле 1.3. Построить на одном графике набор исходных экспериментальных данных (в виде отдельных точек) и результат аппроксимации (в виде непрерывной линии). Вывести в легенду графика аналитическое выражение для регрессионной модели с вычисленными коэффициентами. 1.4. Продифференцировать экспериментальные данные по переменной x согласно индивидуальному варианту. 1.5. Продифференцировать аппроксимационную кривую по переменной x (аналитически – взять производную от регрессионной модели). 1.6. Построить на одном графике производную экспериментальных данных (в виде отдельных точек) и производную аппроксимационной кривой (в виде непрерывной линии). 1.7. Выполнить Фурье-преобразование по переменной x экспериментальных данных и построить график амплитудного спектра. 2. Графическое моделирование анизотропных свойств (расчеты вести для комнатной температуры и атмосферного давления) <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Найти компоненты тензоров упругой податливости, пьезоэлектрических коэффициентов и диэлектрической проницаемости согласно имеющимся ссылкам на литературные источники (подсказка: статьи могут быть открыты с помощью подписки НИТУ «МИСиС», чтобы использовать ее у себя дома можно воспользоваться Open VPN, инструкция к которому находится в личном кабинете на сайте https://login.misis.ru).

			<p>2.2. Построить трехмерную характеристическую поверхность и поверхность свойства в направлении l для тензора диэлектрической проницаемости ϵ_{33}^T.</p> <p>2.3 Построить трехмерную поверхность коэффициента d_{33}</p> <p>2.4 Построить трехмерную поверхность модуля Юнга.</p> <p>2.5 Построить трехмерную поверхность и двухмерную цветную карту, полученную с помощью соответствующего расположения поверхности в поле зрения изображения, величины коэффициента электромеханической связи $k_{33} = \sqrt{(d_{33}^2)/(s_{33}^E \epsilon_{33}^T)}$ в процентах и указать индексы кристаллографических направлений (по Миллеру), для которых достигается максимальная величина k_{33}.</p> <p>Задания могут быть выполнены в произвольном порядке, если в теле программы есть соответствующий комментарий.</p> <p>Программа должна быть прокомментирована, каждое последующее задание отделено от предыдущего.</p> <p>Программа должна выполняться в среде GNU OCTAVE версии 5.2.0 или новее без ошибок.</p> <p>Программа для удобства может быть разбита на отдельные функции, если их файлы и их код приводятся вместе с программой.</p> <p>На всех графиках должна быть сетка.</p> <p>Студент должен быть готов устно прокомментировать результат выполнения программы.</p> <p>В пояснительной записке к домашнему заданию должно содержаться краткое введение, содержащее описание индивидуального задания; вывод регрессионной зависимости; основная часть с текстом программы и (если есть) использованных функций, а также с полученными графиками; выводы, объясняющие полученные результаты и причины плохого (если есть) совпадения аппроксимационного графика с экспериментальными точками.</p>
P2	Лабораторная работа №1	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>Преобразование компонент тензоров при повороте системы координат с помощью программного пакета GNU Octave. Двух- и трехмерная визуализации анизотропных свойств кристаллов, описываемых тензорными величинами, с помощью программы GNU Octave.</p> <p>а) Получить у преподавателя значения компонент тензоров, выраженные в исходной системе координат.</p> <p>б) Построить двухмерные графики зависимостей компонент тензора от угла поворота вокруг одной из осей исходной системы координат.</p> <p>в) Построить трехмерные графики зависимостей компонент тензора от направления в сферической системе координат.</p> <p>г) Сделать выводы об оптимальном срезе кристалла с заданными тензорными свойствами для конкретного применения.</p>
P3	Лабораторная работа №2	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	<p>Численное дифференцирование методами правосторонней, левосторонней и центральной разностей и численное интегрирование.</p> <p>а) Получить у преподавателя файл с экспериментальными данными</p> <p>б) Численно получить первую и вторую производную экспериментальных данных методами право-, левосторонней и центральной разностей, а также производную от данных, аппроксимированных сплайном.</p> <p>в) Сделать выводы о влиянии шума и дискретности данных на результат численного дифференцирования.</p> <p>г) Провести численное интегрирование экспериментальных данных различными методами и сравнить ошибку с аналитически полученными величинами.</p>

P4	Лабораторная работа №3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Дискретное Фурье-преобразование и алгоритмы вычисления. Использование Фурье- преобразование в ИК Фурье- спектроскопии. а) Получить у преподавателя файл с экспериментальными данными. б) Вычислить фазовый и амплитудный спектр сигнала. в) Сделать выводы о влиянии шума и затухания сигнала на фазовый и амплитудный спектр сигнала. г) Провести моделирование интерферограммы ИК Фурье спектрометра по заданному спектру.
----	------------------------	-------------------------	--

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

Экзамен проходит в письменной форме.
Билет состоит из одного вопроса и одной задачи.
Экзаменационные билеты хранятся на кафедре.
Пример экзаменационного билета находится в разделе Приложения.

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

Оценка за экзамен:
«отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе;
«хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но использует методы и правила, необходимые для решения конкретной поставленной задачи, правильно действует по применению знаний на практике;
«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, не использует методы и правила, необходимые для решения конкретной поставленной задачи

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Газенаур Е. Г., Кузьмина Л. В., Крашенинин В. И.	Методы исследования материалов: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013
Л1.2	Галушкин Н. Е.	Высокоуровневые методы программирования: язык программирования MatLab: учебник	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011
Л1.3	Плещинская И. Е., Титов А. Н., Бадертдинова Е. Р., Дуев С. И.	Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014
Л1.4	Кошкидько В. Г., Панычев А. И.	Основы программирования в системе MATLAB: учебное пособие	Электронная библиотека	Таганрог: Южный федеральный университет, 2016

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Бёккер Ю.	Спектроскопия: монография	Электронная библиотека	Москва: РИЦ Техносфера, 2009
Л2.2	Мещеряков В. В.	Задачи по статистике и регрессионному анализу с MATLAB	Электронная библиотека	Москва: Диалог-МИФИ, 2009
Л2.3	Най Д.	Физические свойства кристаллов и их описание при помощи тензоров и матриц: монография	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1967

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.4	Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В.	Введение в Octave: курс лекций	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л2.5	Ласица А. М.	Использование Matlab и GNU Octave в вычислительной физике: конспект лекций: курс лекций	Электронная библиотека	Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1		Моделирование и визуализация экспериментальных данных: лабораторный практикум: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2018
Л3.2	Гусева Е. Н., Ефимова И. Ю., Боброва И. И., Мовчан И. Н., Савельева Л. А.	Математика и информатика: практикум	Электронная библиотека	Москва: ФЛИНТА, 2020

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Документация к GNU Octave (англ.) // GNU Octave: сайт. 2019. URL: https://www.gnu.org/software/octave/support.html (дата обращения: 14.06.2019).	https://www.gnu.org/software/octave/support.html
Э2	Открытая база данных по кристаллографии (англ.) // Crystallography Open Database: сайт. 2019. URL: http://www.crystallography.net/cod/ (дата обращения: 14.06.2019).	http://www.crystallography.net/cod/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Открытая база данных по кристаллографии http://www.crystallography.net/cod/
-----	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-420	Аудитория для самостоятельной работы	стационарные компьютеры - 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, доска аудиторная меловая/маркерная, комплект учебной мебели
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
К-420	Аудитория для самостоятельной работы	стационарные компьютеры - 10 шт., пакет лицензионных программ MS Office, доска аудиторная меловая/маркерная, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

На практических занятиях в конспект следует заносить всё, что рекомендует преподаватель. Анализ результатов и отработка упражнений, изученных на практических занятиях, экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.