

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по УР и КО

_____ С. А. Льянова

« 29 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.03.01 ОСНОВЫ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

_____ (индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки - **Магистратура**

_____ **03.04.02 Физика**

(код, наименование)

Направленность

_____ **Физика полупроводников**

(наименование профиля, магистерской программы, специализации)

Квалификация выпускника – **магистр**

Форма обучения _____ **очная**

(очная, заочная, очно-заочная)

Магас, 2023

1. Цели освоения дисциплины

Курс «Основы рентгеноструктурного анализа» посвящен изучению современных инструментальных методов рентгеноструктурного анализа, вариантов качественного и количественного рентгеноструктурного анализа, необходимого для эффективного освоения основной образовательной программы по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Физика полупроводников».

Курс имеет целью ознакомления магистрантов с теоретическими и практическими основами рентгеновских методов анализа, его аппаратным оформлением. Он позволяет привить навыки по расшифровке и индицированию рентгенограмм, расчету параметров элементарной ячейки и других структурных параметров, проведению качественного и количественного рентгенофазового анализа.

Целями освоения дисциплины «Рентгеноструктурный анализ» являются:

- формирование знаний о природе рентгеновских лучей и их применении для исследования материалов различного класса, в том числе и биоматериалов;
- выработка навыков правильного выбора методов исследования особенностей структуры различных материалов и решения прикладных задач структурного анализа.

Задачами дисциплины «Основы рентгеноструктурного анализа» являются:

- познакомить магистрантов с возможностями и ограничениями метода РСА;
- понять особенности возникновения и свойств рентгеновского излучения;
- познакомить с устройством и принципом работы рентгеновских дифрактометров;
- научить определять условия эксперимента исходя из поставленной задачи;
- научить основам обработки полученных рентгенографических данных с позицией качественного и количественного анализа;
- познакомить с современными программными и информационными обеспечениями, в т.ч. с использованием интернет ресурсов

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

| Код и наименование профессионального стандарта | Обобщенные трудовые функции | | | Трудовые функции | | |
|--|-----------------------------|---|----------------------|--------------------------------------|--------|-----------------------------------|
| | Код | Наименование | Уровень квалификации | Наименование | Код | Уровень (подуровень) квалификации |
| 01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель) | А | Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования | 6 | Общепедагогическая функция. Обучение | А/01.6 | 6 |
| | | | | Воспитательная деятельность | А/02.6 | 6 |
| | | | | Развивающая деятельность | А/03.6 | 6 |

| | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--------|-----|
| | В | Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ | 6 | Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования | В/03.6 | 6 |
| 01.003 Педагогическая деятельность в дополнительном образовании детей и взрослых | А | Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам. | 6 | Организация деятельности обучающихся, направленной на освоение дополнительной общеобразовательной программы | A.01.6 | 6.1 |
| | | | | Организация досуговой деятельности обучающихся в процессе реализации дополнительной общеобразовательной программы | A.02.6 | 6.1 |
| | | | | Обеспечение взаимодействия с родителями (законными представителями) обучающихся, осваивающих дополнительную общеобразовательную программу, при решении задач обучения и воспитания | A.03.6 | 6.1 |
| | | | | Педагогический контроль и оценка дополнительной общеобразовательной программы | A.04.6 | 6.1 |
| | | | | Разработка программно-методического обеспечения реализации дополнительной общеобразовательной программы | A.05.6 | 6.2 |

| | | | | | | |
|--|---|--|---|---|--------|-----|
| | Б | Организационно-методическое обеспечение реализации дополнительных общеобразовательных программ | 6 | Организация и проведение исследований рынка услуг дополнительного образования детей и взрослых | В/01.6 | 6.3 |
| | | | 6 | Организационно-педагогическое сопровождение методической деятельности педагогов дополнительного образования | В/02.6 | 6.3 |
| | | | 6 | Мониторинг и оценка качества реализации педагогами дополнительных общеобразовательных программ | В/03.6 | 6.3 |
| | С | Организационно-педагогическое обеспечение реализации дополнительных общеобразовательных программ | 6 | Организация дополнительного образования детей и взрослых по одному или нескольким направлениям деятельности | С/03.6 | 6.3 |

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Основы рентгеноструктурного анализа» относится к блоку 1, к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Знания умения и владения, полученные при изучении дисциплины «Основы рентгеноструктурного анализа» необходимы студентам при выполнении выпускной квалификационной работы при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Межпредметная связь

| Дисциплина | Разделы, знание которых необходимо при изучении дисциплины |
|------------------------------------|---|
| 1 | 2 |
| Физика конденсированного состояния | Основные постулаты и положения квантовой теории; туннельный эффект; строение атома и связь с периодической системой элементов Менделеева; высоко-температурная сверхпроводимость и простейшие устройства на ее основе |
| Физические | Основы физики вакуума, плазмы и твердого тела; |

| | |
|----------------|--|
| основы вакуума | принципы использования физических эффектов в вакууме, плазме и в твердом теле, в приборах и устройствах вакуумной, плазменной, твердотельной, микроволновой и оптической электроники |
|----------------|--|

3. Результаты освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций:

| Код компетенции | Наименование компетенции | Индикатор достижения компетенции | В результате освоения дисциплины обучающийся должен: |
|-----------------|--|---|--|
| УК-3. | Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели | УК-3.1. Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели; УК-3.2. Организует и корректирует работу команды, в том числе на основе коллегиальных решений; УК-3.3. Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета интересов всех сторон; создает рабочую атмосферу, позитивный эмоциональный климат в команде; УК-3.4. Организует (предлагает план) обучение членов команды и обсуждение результатов работы, в т.ч. в рамках дискуссии с привлечением оппонентов; УК-3.5. Делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, дает обратную связь по результатам, принимает ответственность за общий результат. | Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных дисциплин Умеет использовать естественно-научные знания при объяснении экспериментов, решения профессиональных задач. Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности и работы в научных группах. |
| ПК-4 | Способность использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, | ПК-4.1 Обладает знаниями о стандартах оформления научно-технической документации, об обозначениях и профессиональных терминах, используемых в инструкциях, | Знает как самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и |

| | | |
|---|--|--|
| научных отчетов, обзоров, докладов и статей | чертежах и другой документации. ПК-4.2 Владеет методами разработки рабочей проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам. ПК-4.3 Владеет современными программными средствами подготовки научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей. | информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта Умеет свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и внедрять результаты научных исследований в область профессиональной деятельности. Владеет способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-профессиональных задач, и применять результаты научных исследований в профессиональной деятельности |
|---|--|--|

По окончании освоения программы по направлению «Физика полупроводников» выпускник должен продемонстрировать также компетенции, характерные для магистерской программы:

- способность разбираться в современном состоянии, теоретических работах и результатах экспериментов, входящих в программу,
- способность разбираться в методах исследований в объеме профессиональных дисциплин.

Компетенции магистерских программ должны учитывать региональные особенности и требования работодателей.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

| Виды занятий | Всего часов | Интерак-е часы |
|--------------------------------------|-------------|----------------|
| Общая трудоемкость | 72 /2 | |
| Аудиторные занятия | 32/0.9 | |
| Лекции (Л) | 16/0.4 | 8 |
| Практические занятия (ЛЗ) | 16 / 0.4 | |
| Самостоятельная работа (СР) | 40/1.1 | |
| Итоговая форма контроля (по ЛЗ и ПР) | Зачет | |

4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Темы и краткое содержание

| № | Тема | Содержание | Самостоятельная работа |
|----|--|--|---|
| 1. | Тема 1. Физика рентгеновского излучения | Взаимодействие электронного пучка с твердым телом. Генерация рентгеновского излучения. Природа и свойства излучения. Непрерывное (тормозное) излучение: механизм взаимодействия, спектральная характеристика, влияние параметров электронного пучка и свойств материала анода. Характеристическое излучение: механизм возникновения, спектр и его особенности, серии линий. Поглощение рентгеновского излучения веществом: основной закон ослабления лучей, коэффициента ослабления, зависимость от длины волны. Практические приложения закона. | Тонкая структура спектральных линий и правила отбора. Вторичные характеристические лучи. |
| 2. | Тема 2. Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съемки и устройство гониометра. Детекторы рентгеновских лучей. Другие источники рентгеновского излучения. | Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съемки и устройство гониометра. Детекторы рентгеновских лучей. Другие источники рентгеновского излучения. | Рентгеновская аппаратура. Рентгеновские трубки. Устройство дифрактометра. Геометрия съемки и устройство гониометра. Детекторы рентгеновских лучей. Другие источники рентгеновского излучения. |
| 3. | Тема 3. Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. | Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Ионизационный метод. | Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Ионизационный метод. |

| | | | |
|----|--|---|--|
| | Ионизационный метод. Фотографический метод. Ксерорадиографический и люминесцентный методы. Сравнение различных детекторов. | Фотографический метод. Ксерорадиографический и люминесцентный методы. Сравнение различных детекторов. | Фотографический метод. Ксерорадиографический и люминесцентный методы. Сравнение различных детекторов. |
| 4. | Тема 4. Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Подход Вульфа-Брэггов. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Атомный и структурный фактор рассеяния рентгеновских лучей. Температурный фактор | Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Подход Вульфа-Брэггов. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Атомный и структурный фактор рассеяния рентгеновских лучей. Температурный фактор | Дифракция рентгеновских лучей. Уравнение дифракции Лауэ. Подход Вульфа-Брэггов. Обратная решетка. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции. Атомный и структурный фактор рассеяния рентгеновских лучей. Температурный фактор |
| | Тема 5. Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Индексирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Правила погасания | Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Индексирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Правила погасания | Экспериментальные методы рентгеноструктурного анализа. Метод порошков. Индексирование рентгенограмм, снятых по методу порошка. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Правила погасания |
| | Тема 6. Применение рентгеноструктурного анализа для исследования материалов | Определение плотности и молекулярного веса. Определение типа твердого раствора. Определение коэффициента термического расширения. Фазовый анализ и получение диаграмм состояний. Рентгенографическое определение внутренних напряжений в материалах. Определение величины кристаллитов. | Определение размеров кристаллитов методом гармонического анализа. |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | Рентгенографический анализ текстур.. | |
| | Тема 7. Рентгеноанализ структурных изменений, вызываемых термической обработкой сплавов и воздействием ионизирующего излучения | Рентгеноанализ явлений, протекающих при распаде пересыщенных твердых растворов. Рентгенографический анализ структурных изменений при закалке и отпуске сталей. Рентгенографические исследования действия облучения на структуру кристаллических веществ | Рентгеноанализ твердых растворов. Возникновение точечных дефектов и изменение периода кристаллической решетки |
| | Тема 8. Радиационная безопасность. | Биологическое действие рентгеновского излучения. Естественные и искусственные источники рентгеновского излучения. Основные физические величины дозиметрии. Радиационная безопасность. | Естественные и искусственные источники рентгеновского излучения. |

5. Образовательные технологии

При реализации курса «Основы рентгеноструктурного анализа» в физике используются:

Технологии: концентрированного обучения, модульного обучения, развития личности и развивающего обучения, дифференцированного обучения.

Формы: лекции и практические занятия.

Занятия проводятся в виде лекций с использованием современных технических средств обучения (персонального компьютера и проектора) с демонстрацией практической работы программных продуктов, а также практические занятия с применением наглядного материала в виде реальных образцов (по возможности).

Применение информационных технологий позволяет:

- наполнить занятия новым содержанием;
- повысить мотивацию к обучению;
- развивать творческое восприятие окружающего мира;
- развивать интеллектуальные ресурсы учащихся;
- формировать элементы информационной культуры;

Методы и цели: традиционные и активные (групповые и индивидуальные);

три основные цели для успешного проведения урока с компьютерной поддержкой:

- Дидактическая (под дидактическим обеспечением понимаются учебные материалы, конкретная обучающая программа и аппаратура)

- Методическая (определение методов использования компьютера в преподавании темы, анализ учебных результатов и постановка следующей учебной цели)
- Организационная (эта задача состоит в том, чтобы выработать и закрепить у учащихся навыки работы с учебной программой, организовать работу, избегая перегрузки учащихся и нерациональной траты времени).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Целью самостоятельной работы магистранта является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Общее число часов между самостоятельной работой студентов и аудиторными занятиями делится поровну. Общий объем дисциплины «Основы рентгеноструктурного анализа» составляет 72 ч (2 з. е.). На самостоятельную работу приходится 34 ч. Этот объем часов делится поровну между самостоятельной подготовкой теоретического курса к экзамену и подготовкой к практическим занятиям

6.1. Самостоятельное изучение теоретического материала

Видом итогового контроля по дисциплине является сдача экзамена по теоретическому курсу.

При подготовке к сдаче экзамена по лекционному курсу необходимо в первую очередь воспользоваться курсом лекций по данной дисциплине. Теоретический курс поделен на два модуля. В первом модуле изложены различные методы очистки химических элементов и сплавов. Во втором модуле изложены методы построения диаграммы состояния полупроводниковых соединений

При изучении первого модуля нужно обратить внимание на перечень всех технологических процессов, с помощью которых можно формировать среду для подготовки и проведения очистки химических элементов и сплавов различными методами. Немаловажное значение имеет знание технологического оборудования.

Изучение второго модуля требует знание принципа работы установки ДТА и различных методов построения диаграммы состав-свойства полупроводниковых соединений. Необходимо четко знать требования к среде для создания устройства или прибора, – обратить внимание на повышение эксплуатационной устойчивости приборов. Всегда держать в поле зрения тенденции развития технологий как формирования среды, так и приборов на ее основе.

Для выяснения возникших вопросов или получения углубленных знаний по дисциплине воспользуйтесь перечнем библиографических ссылок, приведенных в конце каждой лекции курса лекций.

Магистрантам, которые должны самостоятельно отыскивать необходимые сведения из представленных литературных источников, нецелесообразно указывать номера страниц, поэтому авторы страницы не приводят.

Самоконтроль усвоенных знаний можно провести по вопросам, приведенным в конце каждой лекции. Общее количество вопросов для самооценки не менее 7 на одну лекцию теоретического курса, т. е. всего не менее 60 вопросов.

На самостоятельное изучение теоретического материала, который не рассматривается в часы лекционных занятий, отведено 34 ч.

Вопросы самостоятельной работы

1. Особочистые вещества
2. Методы концентрирования примесей и определения чистоты полупроводников.
3. Метод нейтрализации.
4. Перманганатометрический метод.
5. Иодометрический метод.
6. Гравиметрический метод.
7. Полярографический метод.
8. Микросталлографический метод.
9. Эмиссионный спектральный анализ.
10. Фотометрия пламени.
11. Фотометрический метод.
12. Нефелометрический метод.
13. Флуориметрический метод.
14. Кинетические методы.
15. Методы классической аналитической химии.
16. Электрометрические методы.
17. Масс-спектрографический метод.
18. Химическая классификация полупроводников.
19. Получение и очистка серы, селена, теллура.
20. Получение и очистка меди, серебра, золота.
21. Получение и очистка галлия, талия, индия.
22. Металлохимические свойства меди, серебра, индия, галлия, талия.
23. Получение и очистка меди, серебра, индия, галлия, талия.
24. Горизонтально направленная кристаллизация для очистки индия, галлия, талия, селена.
25. Травление. Природа процессов травления.
26. Состав травителей.
27. Практическое использование различных картин травления

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Текущая аттестация студентов производится лектором по дисциплине в следующих формах:

- проверки посещения занятий;
- опрос на лекциях по материалам предыдущих лекций и материалам, вынесенным на самостоятельное изучение.

-опрос по теоретической и практической части лабораторных работ. -коллоквиум.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета. Зачет получают студенты, посещавшие лекционные занятия данного курса, сдавшие коллоквиум и выполнившие все лабораторные работы. При наличии пропусков лабораторных работ темы занятий должны быть отработаны.

Требования к коллоквиуму: Тематика коллоквиума связана с лекционным материалом, поэтому он проводится после прочтения цикла лекций и предназначен для более глубокого усвоения материала, изучаемого на лекциях. В процессе ответа студент должен показать: - понимание теоретического материала, выносимого на коллоквиум; - знание основных рентгеновских методов анализа; - анализирование информации и выделение главного. Итоги коллоквиума оцениваются в баллах (от 0 до 5).

Контрольные вопросы по курсу:

1. Физические процессы, приводящие к возникновению тормозного и характеристического излучений при взаимодействии ускоренного пучка электронов с твердым телом.
2. Выведите уравнение Вульфа-Брегга.
3. Как выглядит дифракционная картина от кубического кристалла с примитивной ячейкой, с непримитивной ячейкой?
4. Что такое структурная амплитуда, структурный множитель?
5. Что такое сфера Эвальда?
6. Нарисуйте обратное пространство для поликристалла.
7. Нарисуйте обратное пространство для монокристалла.
8. Что такое текстура?
9. Как выглядят дифракционные картина от монокристалла, поликристалла, аморфного вещества?
10. Ваши предложения по выбору методов определения параметра решетки монокристалла.
11. Когерентное и некогерентное рассеяние: различия.
12. Представьте в графической форме интерференционную функцию.
13. Что такое экстинкция: первичная, вторичная?
14. Перечислите основные причины ошибок при определении межплоскостных расстояний.
15. Укажите основные причины уширения узлов обратной решетки на рентгенограммах.
16. Выведите основные методы наблюдения дифракции рентгеновских лучей из анализа уравнения Вульфа-Брегга.
17. Что такое рентгеновская дифрактометрия?
18. Поясните взаимосвязь прямого и обратного пространства.
19. Что такое области когерентного рассеяния?
20. Можете ли вы на простой модели пояснить суть эффектов дифракции и возникновение интерференционной картины за объектом (твердым телом)?

МАТЕРИАЛЫ ПО ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Природа лучей рентгена, их преломление, дифракция.
2. Основные уравнения дифракции рентгеновских лучей.
3. Спектры рентгеновских лучей, сплошные и характеристические спектры
4. Основной закон поглощения рентгеновских лучей.
5. Рассеяние рентгеновских лучей.
6. Ионизация под действием рентгеновских лучей.
7. Устройство и принцип работы рентгеновских трубок.
8. Устройство дифрактометра.
9. Геометрия съемки и устройство гониометра.
10. Детекторы рентгеновских лучей.
11. Уравнение дифракции Лауэ.
12. Подход Вульфа- Брэггов.
13. Обратная решетка.
14. Построение Эвальда. Геометрическая интерпретация дифракции.
15. Метод порошков.
16. Индексирование рентгенограмм, снятых по методу порошка.
17. Метод Лауэ.
18. Метод вращения кристалла.
19. Определение плотности и молекулярного веса. Определение типа твердого раствора. Определение коэффициента термического расширения.
20. Фазовый анализ и получение диаграмм состояний.
21. Рентгенографическое определение внутренних напряжений в материалах.
22. Определение величины кристаллитов.
23. Рентгенографический анализ текстур.
24. Рентгеноанализ твердых растворов.
25. Рентгеноанализ упорядоченных твердых растворов.
26. Рентгеноанализ явлений, протекающих при распаде пересыщенных твердых растворов.
27. Рентгенографический анализ структурных изменений при закалке и отпуске стали.
28. Рентгенографические исследования действия облучения на структуру кристаллических веществ. 21
29. Биологическое действие рентгеновского излучения.
30. Естественные и искусственные источники рентгеновского излучения.
31. Основные физические величины дозиметрии. Радиационная безопасность.

Форма итогового контроля

Зачет (3 семестр)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

Рекомендуемая литература (основная):

1. Савицкая Л.К. Рентгеноструктурный анализ. Курс лекций, ч. 1. – Томск: изд-во Томского ун-та, 1982. – 172 с.
2. Савицкая Л.К. Рентгеноструктурный анализ. Курс лекций, ч. 2. – Томск: изд-во Томского ун-та, 1990. – 157 с.

3. Бублин В.Т., Дубровина А.Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов. – М.: Металлургия, 1978. – 272 с.
4. Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. М., Геоинформмарк, 2000г.
5. Павлов В.П., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа. 2000г. 494 с.
6. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М.: МИСИС, 2001. 328 с.
7. Панова Т.В. Рентгеноструктурный анализ. Краткий курс лекций., 2012 г
8. Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В. Дифракционный анализ. Учебное пособие.- Минск: Высшейшая школа, 2011, с.216. Доступ: -
http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=109928
9. Ветошкин А.Г. Защита окружающей среды от энергетических воздействий. Учебное пособие. М.:Абрис.-2012, с. 383. Доступ:-
<http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117489>.

Дополнительная

1. Д. В. Сивухин. Курс общей физики. Издательство «Наука», М., 2004 .т.1-5.
2. Р. Фейман, Р.Лейтон, М. Сэндс. Феймановские лекции по физике. Мир, 1965-1967, вып. 1-9
3. Ч.Киттель, У.Найт, М.Рудерман, Э.Парсел, Рейф Ф.Крауфорд. Берклевский курс физики. М., Наука, 1971-1974. т. 1
4. Д. Ориер. Физика. М., 1981, т. 1-2.

7.2. Интернет-ресурсы

| Название ресурса | Ссылка/доступ |
|--|---|
| Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» | http://window.edu.ru |
| «Образовательный ресурс России» | http://school-collection.edu.ru |
| Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА | http://www.edu.ru |
| Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) | http://fcior.edu.ru |
| Русская виртуальная библиотека | http://rvb.ru |
| Еженедельник науки и образования Юга России «Академия» | http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm |
| Научная электронная библиотека «e-Library» | http://elibrary.ru/defaultx.asp |
| Электронно-библиотечная система IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru |
| Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо» | http://www.informio.ru |
| Информационно-правовая система «Консультант-плюс» | Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГу |
| Электронно-библиотечная система «Юрайт» | https://www.biblio-online.ru |

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Гарант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническая база университета позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и практических занятий.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Используемое общее и специализированное учебное оборудование, наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий с перечнем основного лабораторного оборудования, средств измерительной техники приведены в табл. 7.2.

Перечень технических средств, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| Основы рентгеноструктурного анализа | Учебная аудитория для лекционных занятий (№ 306) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е | Стол для преподавателя - 1 шт. (состоит из 2-х секций); стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; трибуна-1 шт, стол – 28 шт.; скамья-56 шт. |
| | Лаборатория «РСА. Физические основы вакуума. Физ.хим.анализ» (№302) 386132, РИ, г.Назрань, Гамурзиевский округ, ул. Магистральная, 39а, Корпус 3Е | Стол для преподавателя - 1 шт; стул для преподавателя -1 шт.; доска - 1 шт.; стол - 10 шт.; скамья-20 шт, Стол лабораторный с розетками и ящиками1200*600*850. Рентгеновский спектрометр общего назначения, Дифрактометр рентгеновский ДРОН-8, Рентгеновский аппарат для структурного анализа. наглядные пособия, коллекция демонстрационных плакатов, макетов. |

Рабочая программа дисциплины «Основы рентгеноструктурного анализа» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 914

Программу составил: к.ф.н., доцент кафедры физика Нальгиева М. А.

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»

Протокол № 10 от «20» июня 2023 года

И.о.зав.кафедрой _____Нальгиева М. А.

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета

Протокол № 10 от «23» июня 2023 года

Председатель Учебно-методического совета факультета _____/Нальгиева М. А.

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол №10 от «28» июня 2023г.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

| Учебный год | Решение кафедры (№ протокола, дата) | Внесенные изменения | Подпись зав. кафедрой |
|----------------|--|---------------------|--------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |