

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина

Дифракционные методы исследования и анализа

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.ДВ.06.01

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

03.03.02

Физика

код

наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2019 г.

Разработчик (составитель)

старший преподаватель

Курбангулов А. Р.

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	7
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	8
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)
Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4)

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: основные понятия, определения и законы кристаллографии; виды кристаллических решеток и их характеристики; основные методы описания кристаллической структуры и исследования структуры вещества
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: определять индексы кристаллографических плоскостей, узлов и направлений; изображать структуру кристалла; строить сечение обратной решетки для ОЦК, ГЦК, ГПУ структуры; индцировать рентгенограммы; определять тип решетки; находить объём элементарной ячейки; применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: методами исследования структуры кристаллов и математической обработки экспериментальных результатов.
Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: систему понятий и представлений о структуре, используемых для характеристики свойств вещества; методы анализа свойств физических систем разного уровня организации.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: использовать понятия о симметрии кристаллов, описываемых точечными и пространственными группами,

		применять знания о прямой и обратной решетках при расшифровке дифрактограмм, идентификации фазы.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: основами знаний в области базовых понятий и пользоваться терминологией изучаемой дисциплины; навыками проведения экспериментальной оценки исследуемого вещества; навыками использования методов решения задач физики конденсированного состояния.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Физика», «Математика» на уровне школьного образования, а также в ходе изучения таких дисциплин, как общая физика, физика конденсированного состояния, математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, векторный и тензорный анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика.

Освоение данного модуля является необходимой основой для формирования компетенций при прохождении производственной и преддипломной практики, при оформлении выпускных квалификационных работ.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зач. ед., 144 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	12
практических (семинарских)	10
лабораторных	24
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	34,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	62

Формы контроля	Семестры
экзамен	8

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
1	Кристаллическая структура	12	10	24	62
1.1	Кристаллическая структура. Пространственные решетки.	2	2	4	15
1.2	Обратная решетка. Кристаллографические проекции.	2	2	4	16
1.3	Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов.	2	2	4	15
1.4	Методы исследования	6	4	12	16
	Итого	12	10	24	62

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Кристаллическая структура	
1.1	Кристаллическая структура. Пространственные решетки.	Лабораторная работа «Уравнение Вульфа-Брегга, индентирование рентгенограмм»
1.2	Обратная решетка. Кристаллографические проекции.	Лабораторная работа «Кристаллографические проекции»
1.3	Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов.	Лабораторная работа «Элементы симметрии»
1.4	Методы исследования	1.4.1. Лабораторная работа «Изучение аппарата ДРОН-4-07» 1.4.2. Лабораторная работа «Рентгенофазовый дифракционный анализ» 1.4.3. Лабораторная работа «Рентгеноструктурный дифракционный анализ. Определение типа сингонии. Расчет параметров элементарной ячейки» 1.4.4. Лабораторная работа «Нейтронографический дифракционный анализ»

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Кристаллическая структура	
1.1	Кристаллическая структура.	Решение задач по теме «Индексы Миллера»

	Пространственные решетки.	
1.2	Обратная решетка. Кристаллографические проекции.	Решение задач по темам «Кристаллографические проекции»
1.3	Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов.	Решение задач по теме «Симметрия кристаллов»
1.4	Методы исследования	Решение задач по теме «Расчет параметров элементарной ячейки. Определение рентгеновской плотности»

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Кристаллическая структура	
1.1	Кристаллическая структура. Пространственные решетки.	Пространственные решетки. Кристаллическое состояние. Понятие кристаллической решетки. Аналитическое описание пространственной решетки. Период повторяемости. Элементарная ячейка. Индексы узла. Узловые прямые. Узловая плоскость. Символ семейства узловых плоскостей. Комплекс плоскостей. Четвертый индекс плоскости в гексагональной системе.
1.2	Обратная решетка. Кристаллографические проекции.	Обратное пространство. Обратная решетка. Определение элементарной трансляции обратной решетки. Радиус-вектор в обратной решетке. Применение обратной решетки для интерпретации уравнения Вульфа-Брэгга. Связь между функцией, определенной в пространстве объекта и функцией, определенной в обратном пространстве. Применение понятия обратной решетки к решению некоторых кристаллографических задач. Кристаллографические проекции. Понятие кристаллического и полярного комплекса. Гномоническая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция. Сетка Вульфа и приемы работы с ней.
1.3	Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов.	Элементарные ячейки. Способы выбора элементарной ячейки. Понятие примитивной ячейки. Ячейки с базисом. Преобразования элементарных трансляций при изменении ячейки. Обозначение ячейки с базисом. Преобразования обратных векторов. Преобразования индексов узла. Преобразования индексов плоскости. Простые элементы симметрии. Ось симметрии. Плоскость симметрии. Центр симметрии. Основные теоремы о поворотных осях. Трансляция. Инверсионные оси. Сложение элементов симметрии. Возможности сочетания осей. Одиннадцать точечных групп с поворотными осями. Класс симметрии. Использование симметрии для получения 32 классов симметрии. Понятие кристаллографической простой формы. Общие и частные формы. Особенности кубических классов симметрии. Пространственная решетка. Ячейки Браве. Типы решеток Браве. Пространственные (федоровские)

		группы симметрии. Обозначения групп симметрии: по Шенфлису, международный, по Шубникову и т.д.
1.4	Методы исследования	Методы исследования внутреннего строения кристаллов. Дифракционные методы: рентгеновские, электронография, нейтронография. Получение рентгеновского излучения. Устройство рентгеновских трубок. История открытия рентгеновских лучей. Работа Ж.Кюри, Рентгена, Лауэ и др. Дифрактометры. Принципиальная схема устройства дифрактометра. Способы регистрации рентгеновского излучения. Спецпрактикум. Приготовление образцов. Съёмка на дифрактометре ДРОН-4.07, индентирование рентгенограмм. Определение типа сингонии. Расчет параметров элементарной ячейки. Определение объема элементарной ячейки. Определение рентгеновской плотности. Получение нейтронных пучков, пригодных для исследования. Устройства установок для исследования материалов с помощью нейтронных пучков. Спектроскопические методы: оптическая спектроскопия, инфракрасная и рамановская спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Ядерный гамма-резонанс-эффект Мессбауера. Применение ЯМР и ЯГР для исследования твердых тел.

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Тема	Общая трудоёмкость всего (в часах)
1.	Кристаллическая структура. Симметрия кристалла. Идеальный кристалл. Кристаллическая решетка. Типичные кристаллические структуры. Обозначение узлов, направлений и плоскостей в кристалле. Определение структуры кристалла	15
2.	Обратная решетка. Кристаллографические проекции. Определение элементарной трансляции обратной решетки. Радиус-вектор в обратной решетке. Применение обратной решетки для интерпретации уравнения Вульфа-Брэгга. Применение понятия обратной решетки к решению некоторых кристаллографических задач. Кристаллографические проекции. Понятие кристаллического и полярного комплекса.	16
3.	Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов. Ось симметрии. Плоскость симметрии. Центр симметрии. Трансляция. Инверсионные оси. Сложение элементов симметрии. Возможности сочетания осей. Одиннадцать точечных групп с поворотными осями. 32 класса симметрии. Особенности кубических классов симметрии. Ячейки Браве. Типы решеток Браве. Пространственные	15

	(федоровские) группы симметрии. Обозначения групп симметрии: по Шенфлису, международный, по Шубникову и т.д.	
4.	Методы исследования. Дифракционные методы: рентгеновские, электронография, нейтронография. Получение рентгеновского и нейтронного излучения. Устройство рентгеновских трубок. История открытия рентгеновских лучей. Работа Ж.Кюри, Рентгена, Лауэ и др. Дифрактометры. Принципиальная схема устройства дифрактометра. Спектроскопические методы: оптическая спектроскопия, инфракрасная и рамановская спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Ядерный гамма-резонанс – эффект Мессбауера.	16

Качество и глубина освоения материала по изучаемой дисциплине неразрывно связаны с чёткой организацией и эффективностью самостоятельной работы студентов (СРС). Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса «Дифракционные методы исследования и анализа» включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям
- 2) самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- 3) подготовка к промежуточному контролю знаний (коллоквиуму, лабораторной работе и др.).

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется ведение конспекта и глоссария, чтение и анализ лекционного материала. В период подготовки к лекционным занятиям главное – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Для реализации данных видов деятельности студенты самостоятельно прорабатывают источники, указанные в списке литературы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1. Матухин, В.Л. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2010. — 219 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=262 — Загл. с экрана
2. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. - Москва: Мир, 1978. - Т. 1. - 391 с. : ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483337> (25.06.2021)

Дополнительная учебная литература:

1. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2023 — Загл. с экрана.
2. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 619 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71742 — Загл. с экрана.
3. Ивлиев, А.Д. Физика [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 672 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=163 — Загл. с экрана.
4. Калашников, Н.П. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.П. Калашников, Н.М. Кожевников, Т.В. Котырло [и др.]. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2014. — 238 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49468 — Загл. с экрана.

6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
-------	---