

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 30.10.2023 13:50:39
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина

Б1.В.01.03 Рентгеноструктурный анализ

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

03.03.02

Физика

код

наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2023 г.

Разработчик (составитель)
к.ф.-м.н., старший преподаватель
Курбангулов А. Р.
ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	3
2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	3
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.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	8
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	8
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	8
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	8
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства	9
7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-3. Техническое обслуживание биотехнических и медицинских аппаратов и систем	ПК-3.1. Вводит в эксплуатацию биотехнические и медицинские аппараты и системы	Обучающийся должен: 1) разбираться в системе понятий и представлений о структуре, используемых для характеристики свойств вещества; 2) разбираться в методах анализа свойств физических систем
	ПК-3.2. Контролирует техническое состояние биотехнических и медицинских аппаратов и систем	Обучающийся должен: 1) использовать понятия о симметрии кристаллов, описываемых точечными и пространственными группами; 2) применять знания при расшифровке дифрактограмм, идентификации фазы
	ПК-3.3. Технически обслуживает и ремонтирует биотехнических и медицинских аппаратов и систем	Обучающийся должен: 1) применять основные понятия и определения, терминологию и законы изучаемой дисциплины при рентгеноструктурном анализе вещества; 2) пользоваться навыками использования методов рентгеноструктурного анализа при идентификации структуры кристаллических веществ

2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

1. ознакомление с основными представлениями о физических основах возникновения рентгеновского излучения и методах его фокусировки и регистрации;
2. ознакомление с особенностями дифракции рентгеновского излучения на кристаллических структурах;
3. овладение теоретическими знаниями и методами расшифровки (индицирования) дифрактограмм кристаллических структур.

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемая участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 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	44
практических (семинарских)	60
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
дифференцированный зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	39,8

Формы контроля	Семестры
дифференцированный зачет	6

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	Физика рентгеновского излучения	8	12	0	8
1.1	Природа рентгеновского излучения	2	3	0	2
1.2	Непрерывное (тормозное) излучение	2	3	0	2
1.3	Характеристическое излучение	2	3	0	2
1.4	Поглощение рентгеновского излучения	2	3	0	2
2	Кинематическая теория рассеяния лучей в кристаллах	10	14	0	9
2.1	Уравнение Вульфа-Брегга	2	3	0	2
2.2	Когерентное и некогерентное рассеяние	2	2	0	1
2.3	Атомное рассеяние рентгеновского излучения	2	3	0	2
2.4	Структурная амплитуда и структурный фактор	2	3	0	2
2.5	Дифракция на кристаллической решетке	2	3	0	2
3	Методы наблюдения дифракции рентгеновских лучей	6	8	0	3

3.1	Сфера ограничения	3	4	0	1
3.2	Метод Лауэ и метод порошка	3	4	0	2
4	Кристаллическая структура. Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов	10	12	0	10
4.1	Понятие кристаллической решетки	2	2	0	2
4.2	Элементарная ячейка	2	3	0	2
4.3	Комплекс плоскостей	2	2	0	2
4.4	Простые элементы симметрии	2	2	0	2
4.5	Решетки Браве	2	3	0	2
5	Метод прецизионного определения параметров решетки	10	14	0	9,8
5.1	Понятие функции профиля	2	3	0	1,8
5.2	Области когерентного рассеяния	2	3	0	2
5.3	Обработка дифрактограммы	2	2	0	2
5.4	Экспериментальные ошибки рентгеноструктурного анализа	2	2	0	2
5.5	Рентгеновская дифрактометрия	2	4	0	2
	Итого	44	60	0	39,8

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Физика рентгеновского излучения	
1.1	Природа рентгеновского излучения	Взаимодействие электронного пучка с твердым телом. Генерация рентгеновского излучения. Природа и свойства излучения
1.2	Непрерывное (тормозное) излучение	Непрерывное (тормозное) излучение: механизм взаимодействия, спектральная характеристика, влияние параметров электронного пучка и свойств материала анода
1.3	Характеристическое излучение	Характеристическое излучение: механизм возникновения, спектр и его особенности, серии линий
1.4	Поглощение рентгеновского излучения	Поглощение рентгеновского излучения веществом: основной закон ослабления лучей, коэффициента ослабления, зависимость от длины волны. Практические приложения закона
2	Кинематическая теория рассеяния лучей в кристаллах	
2.1	Уравнение Вульфа-Брегга	Уравнение Вульфа-Брегга. Обратное пространство. Дифракционные индексы обратной решетки. Сфера Эвальда
2.2	Когерентное и некогерентное рассеяние	Когерентное и некогерентное рассеяние. Рассеяние свободным электроном. Поляризация рассеянного излучения
2.3	Атомное рассеяние рентгеновского излучения	Функция атомного рассеяния. Фурье-образ распределения электронной плотности атома. Его зависимость от длины волны, угла рассеяния, атомного номера рассеивающего вещества. Понятие об атомном рассеянии

2.4	Структурная амплитуда и структурный фактор	Рассеяние ячейкой кристалла. Структурная амплитуда и структурный множитель
2.5	Дифракция на кристаллической решетке	Интерференционная функция. Уравнения Лауэ. Главные и побочные максимумы, нулевые значения. Дифракционное расширение узлов обратной решетки
3	Методы наблюдения дифракции рентгеновских лучей	
3.1	Сфера ограничения	Сфера ограничения. Метод вращения монокристалла
3.2	Метод Лауэ и метод порошка	Метод Лауэ, определение ориентировки монокристалла. Метод порошка
4	Кристаллическая структура. Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов	
4.1	Понятие кристаллической решетки	Понятие кристаллической решетки. Аналитическое описание пространственной решетки. Период повторяемости
4.2	Элементарная ячейка	Элементарная ячейка. Индексы узла. Узловые прямые. Узловая плоскость. Символ семейства узловых плоскостей
4.3	Комплекс плоскостей	Комплекс плоскостей. Четвертый индекс плоскости в гексагональной системе
4.4	Простые элементы симметрии	Простые элементы симметрии. Ось симметрии. Плоскость симметрии. Центр симметрии
4.5	Решетки Браве	Пространственная решетка. Ячейки Браве. Типы решеток Браве
5	Метод прецизионного определения параметров решетки	
5.1	Понятие функции профиля	Понятие функции профиля. Ширина линии, способы определения ширины
5.2	Области когерентного рассеяния	Области когерентного рассеяния (ОКР). Размытие максимумов за счет малости ОКР. Формула Шерера
5.3	Обработка дифрактограммы	Инструментальная и физическая ширина линии. Профиль линии как свертка инструментального и физического уширения
5.4	Экспериментальные ошибки рентгеноструктурного анализа	Причины ошибок в определении межплоскостных расстояний. Приемы достижения высокой точности
5.5	Рентгеновская дифрактометрия	Рентгеновская дифрактометрия. Устройство и принцип работы дифрактометров. Режимы съемки и методы приготовления образцов

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1	Физика рентгеновского излучения	
1.1	Природа рентгеновского излучения	Взаимодействие электронного пучка с твердым телом. Генерация рентгеновского излучения. Природа и свойства излучения
1.2	Непрерывное (тормозное) излучение	Непрерывное (тормозное) излучение: механизм взаимодействия, спектральная характеристика,

		влияние параметров электронного пучка и свойств материала анода
1.3	Характеристическое излучение	Характеристическое излучение: механизм возникновения, спектр и его особенности, серии линий
1.4	Поглощение рентгеновского излучения	Поглощение рентгеновского излучения веществом: основной закон ослабления лучей, коэффициента ослабления, зависимость от длины волны. Практические приложения закона
2	Кинематическая теория рассеяния лучей в кристаллах	
2.1	Уравнение Вульфа-Брегга	Уравнение Вульфа-Брегга. Обратное пространство. Дифракционные индексы обратной решетки. Сфера Эвальда
2.2	Когерентное и некогерентное рассеяние	Когерентное и некогерентное рассеяние. Рассеяние свободным электроном. Поляризация рассеянного излучения
2.3	Атомное рассеяние рентгеновского излучения	Функция атомного рассеяния. Фурье-образ распределения электронной плотности атома. Его зависимость от длины волны, угла рассеяния, атомного номера рассеивающего вещества. Понятие об атомном рассеянии
2.4	Структурная амплитуда и структурный фактор	Рассеяние ячейкой кристалла. Структурная амплитуда и структурный множитель
2.5	Дифракция на кристаллической решетке	Интерференционная функция. Уравнения Лауэ. Главные и побочные максимумы, нулевые значения. Дифракционное расширение узлов обратной решетки
3	Методы наблюдения дифракции рентгеновских лучей	
3.1	Сфера ограничения	Сфера ограничения. Метод вращения монокристалла
3.2	Метод Лауэ и метод порошка	Метод Лауэ, определение ориентировки монокристалла. Метод порошка
4	Кристаллическая структура. Элементарные ячейки. Симметрия кристаллов	
4.1	Понятие кристаллической решетки	Понятие кристаллической решетки. Аналитическое описание пространственной решетки. Период повторяемости
4.2	Элементарная ячейка	Элементарная ячейка. Индексы узла. Узловые прямые. Узловая плоскость. Символ семейства узловых плоскостей
4.3	Комплекс плоскостей	Комплекс плоскостей. Четвертый индекс плоскости в гексагональной системе
4.4	Простые элементы симметрии	Простые элементы симметрии. Ось симметрии. Плоскость симметрии. Центр симметрии
4.5	Решетки Браве	Пространственная решетка. Ячейки Браве. Типы решеток Браве
5	Метод прецизионного определения параметров решетки	
5.1	Понятие функции профиля	Понятие функции профиля. Ширина линии, способы определения ширины
5.2	Области когерентного рассеяния	Области когерентного рассеяния (ОКР). Размытие максимумов за счет малости ОКР. Формула Шерера

5.3	Обработка дифрактограммы	Инструментальная и физическая ширина линии. Профиль линии как свертка инструментального и физического уширения
5.4	Экспериментальные ошибки рентгеноструктурного анализа	Причины ошибок в определении межплоскостных расстояний. Приемы достижения высокой точности
5.5	Рентгеновская дифрактометрия	Рентгеновская дифрактометрия. Устройство и принцип работы дифрактометров. Режимы съемки и методы приготовления образцов

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

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

6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература:

1. Бокий, Г. Б. Рентгеноструктурный анализ: [16+] / Г. Б. Бокий. – Изд. 2-е. – Москва: Издательство МГУ, 1964. – Том 1. – 496 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475623> (дата обращения: 07.06.2023)
2. Матухин, В. Л. Физика твердого тела: учебное пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-0923-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262> (дата обращения: 07.06.2023).

Дополнительная учебная литература:

1. Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – Москва: Мир, 1978. – Том 1. – 391 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483337> (дата обращения: 07.06.2023)
2. Современные методы структурного анализа веществ: учебник: [16+]/ М. Ф. Куприянов, А. Г. Рудская, Н. Б. Кофанова и др. ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009. – 288 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003> (дата обращения: 07.06.2023)
3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие / Г. И. Епифанов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1001-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2023> (дата обращения: 07.06.2023).

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

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022

2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022
9	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	https://cyberleninka.ru/	Научная электронная библиотека «Киберленинка»
2	http://teachmen.csu.ru	Физикам - преподавателям и студентам

6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование программного обеспечения
Windows 10
Mathcad Education
Kaspersky Endpoint Security
Office Standart 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc

7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС Филиала
Учебно-исследовательская научная лаборатория. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	Доска, учебная мебель, оборудование для проведения лабораторных работ.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран

семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	настенный, учебно-наглядные пособия.
--	--------------------------------------