

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Проведение синхротронных и нейтронных исследований

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика перспективных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Белушкин А.В. (кафедра ядерно-физического материаловедения, Институт физики), AVBelushkin@kpfu.ru ; доцент, к.н. Болтакова Н.В. (кафедра ядерно-физического материаловедения, Институт физики), Natalya.Boltakova@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
ПК-3	Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях, планировать и организовывать физические исследования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- требования к эксплуатации источников ионизирующего излучения;
- типы источников ионизирующего излучения;
- область применения ядерно-физических методов исследования.

Должен уметь:

- определять необходимый тип защиты от различных видов ионизирующего излучения;
- осуществлять анализ и необходимые расчеты для интерпретации полученных данных.

Должен владеть:

- навыками планирования эксперимента на установках синхротронного и нейтронного излучения;
- навыками работы с измерительным оборудованием и экспериментальными установками.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований;
- принимать участие в разработке новых методов и методических подходов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "ФТД.Н.3 Факультативные дисциплины" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Физика перспективных материалов)" и относится к факультативным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 24 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Что такое синхротронное излучение	1	1	0	0	0	0	0	8
2.	Тема 2. Вакуумная и низкотемпературная техника в синхротронных и нейтронных установках	1	1	0	0	0	4	0	8
3.	Тема 3. Сверхпроводящие магнитные системы	1	1	0	0	0	4	0	8
4.	Тема 4. Введение в физику твердого тела. Фундаментальные основы рентгеноструктурного анализа	1	1	0	0	0	4	0	8
5.	Тема 5. Основы взаимодействия излучения с веществом	1	1	0	0	0	4	0	8
6.	Тема 6. Методы диагностики материалов различных масштабов с использованием синхротронного излучения	1	1	0	0	0	4	0	8
7.	Тема 7. Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения	1	2	0	0	0	0	0	4
8.	Тема 8. EXAFS и XANES спектроскопия. Физические основы и применение	1	2	0	0	0	0	0	8
9.	Тема 9. Нейтроны, свойства. Источники нейтронов. Нейтронные пучки.	1	1	0	0	0	4	0	8
10.	Тема 10. Взаимодействие нейтронов с веществом. Нейтронная дифрактометрия и спектроскопия	1	1	0	0	0	0	0	4
	Итого		12	0	0	0	24	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Что такое синхротронное излучение

История открытия синхротронного излучения. Синхротронное излучение, сравнение с рентгеновским излучением. Основные свойства синхротронного излучения. Энергетический спектр. Источники синхротронного излучения, устройство, примеры. Мировые синхротронные центры. Сравнительные характеристики яркости.

Тема 2. Вакуумная и низкотемпературная техника в синхротронных и нейтронных установках

Низкотемпературная техника в физическом эксперименте. Способы получения низких температур. Теплофизические свойства некоторых криоагентов или хладагентов. Способы охлаждения газов и жидкостей. Кристаты, принципы криостатирования. Криокулеры. Определение вакуума и его основные свойства. Вакуумная техника и аппаратура.

Тема 3. Сверхпроводящие магнитные системы

Магнитное поле, источники магнитных полей. Сверхпроводимость. Открытие сверхпроводимости. Современные сверхпроводящие материалы и основные свойства. Сверхпроводящие магниты. Применение магнитных полей в СИ и нейтронных методах. Устройство синхротрона. Накопительное кольцо. Ондулятор и вигглеры.

Тема 4. Введение в физику твердого тела. Фундаментальные основы рентгеноструктурного анализа

Кристаллические структуры, прямая и обратная решетки. Зона Бриллюэна. Элементарные возбуждения, квазичастицы. Кристаллизация. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической структуре. Определение симметрии кристаллического вещества из дифракционной картины. Рассеяние рентгеновских лучей.

Тема 5. Основы взаимодействия излучения с веществом

Упругое рассеяние рентгеновских лучей на электронах. Неупругое рассеяние рентгеновских лучей на электронах. Принципы рентгеноструктурного анализа. Элементарные процессы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Сечение поглощения, возбужденное состояние. Рентгеновская дифракция, рентгеновская спектроскопия поглощения.

Тема 6. Методы диагностики материалов различных масштабов с использованием синхротронного излучения

Малоугловое рассеяние для исследования наноструктур. Исследование процессов в наномире с временным разрешением. Малоугловое рассеяние для исследования наноструктур. Лазер на свободных электронах. Фотоэлектронная спектроскопия. Терминология. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (XPS).

Тема 7. Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения

Закон радиоактивного превращения. Активность радиоактивного вещества. Дозиметрические характеристики поля излучения. Требования к ограничению техногенного облучения в контролируемых условиях. Радиационный контроль при работе с источниками ионизирующих излучений. Методы и приборы радиационного контроля. Способы защиты от ионизирующих излучений. Расчет защиты от ионизирующего излучения.

Тема 8. EXAFS и XANES спектроскопия. Физические основы и применение

Общие аспекты поглощения рентгеновского излучения. Рентгеновская спектроскопия поглощения (XAFS-спектроскопия). Схема взаимодействия фотоэлектрона с атомами ближайшего окружения. Околокраевая рентгеновская спектроскопия поглощения (XANES-спектроскопия). Рентгеновский магнитный круговой дихроизм (XMCD).

Тема 9. Нейтроны, свойства. Источники нейтронов. Нейтронные пучки.

Нейтроны и их свойства. История открытия нейтрона. Общие понятия нейтронных методов. Источники нейтронов. Детекторы нейтронов. Нейтронные пучки, способы формирования, характеристики. Экспериментальные установки для проведения нейтронных исследований. Мировые центры нейтронных исследований. Источники нейтронов для Российских пользователей.

Тема 10. Взаимодействие нейтронов с веществом. Нейтронная дифрактометрия и спектроскопия

Процессы взаимодействия нейтронов с веществом. Принципы нейтронной дифрактометрии. Магнитная дифракция нейтронов. Принципы нейтронной спектроскопии, основы техники. Исследование фоновых состояний. Исследования материалов ядерной и термоядерной энергетики с применением синхротронных и нейтронных методов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Искусственная радиоактивность - <https://kpfu.ru/docs/F1050080452/nejtronnaya.aktivaciya.pdf>

Регистрация радиоактивности. Счетчик Гейгера-Мюллера - https://kpfu.ru/docs/F1539437098/Gainov_Geiger_v7.pdf

Физические основы дозиметрии. Радиационная безопасность. Учебное пособие - https://kpfu.ru/portal/docs/F_943997852/Fiz.osnovy.dozim._fiziki_cor.pdf

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Образовательный портал ОИЯИ - <https://edu.jinr.ru/>

Синхротронные и нейтронные методы исследования свойств - <https://elibrary.ru/item.asp?id=16766312>

Увидеть всё. Что такое синхротрон - <https://dc.ria.ru/ips/kurchatov-synchrotron-main-ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В рабочих конспектах допускается делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
лабораторные работы	К выполнению лабораторных работ студент допускается только после сдачи основ техники безопасности при работе с источниками ионизирующего излучения. Следующим этапом является знакомство с теоретическими основами, необходимыми для понимания изучаемых явлений и анализа полученных экспериментальных данных. После проверки этих знаний студент получает описание лабораторной установки с указанием последовательности действий в ходе выполнения работы. После выполнения работы студент сдает письменный отчет преподавателю, где приводит все полученные данные, результаты собственного анализа, выявленные закономерности, а также справочные данные для оценки правильности полученного результата.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>В ходе подготовки к выполнению заданий промежуточного контроля изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в научных изданиях. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в библиотеке КФУ доступ к ресурсам электронно-библиотечных систем, а также учебную литературу из фонда библиотеки, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.</p>
зачет	<p>Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.</p> <p>При подготовке к зачету необходимо повторить материал, согласно списку вопросов, выносимых на зачет. На каждый вопрос студент должен знать ответ хотя бы на уровне определений.</p> <p>Следует учесть, что часть материала отводится на самостоятельное изучение, поэтому в списке вопросов могут затрагиваться темы, которые не были рассмотрены на аудиторных занятиях.</p> <p>Подготовка к зачету предполагает самостоятельную работу с конспектами лекций и методическими материалами лабораторных занятий, с литературой.</p> <p>При затруднении в поиске ответа на какой-либо вопрос необходимо обратиться к преподавателю в отведенное на консультацию время.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Физика перспективных материалов".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
ФТД.Н.3 Проведение синхротронных и нейтронных исследований

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика перспективных материалов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Основная литература:

1. Фетисов, Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ: учебное пособие / Г. В. Фетисов. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 672 с. - ISBN 978-5-9221-0805-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2152> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ярмонов, А. Н. Вакуумные технологии: учебное пособие / А. Н. Ярмонов. - Пермь: ПНИПУ, 2015. - 306 с. - ISBN 978-5-398-01449-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160773> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Черняев, А. П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом: учебное пособие / А. П. Черняев. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 152 с. - ISBN 5-9221-0432-2. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59340> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Бокий Г. Б. Кристаллохимия: Изд. 3-е, перер. и доп. - Москва: Наука, 1971 - 400 с.
5. Бокий Г. Б. и др. Рентгеноструктурный анализ: учебное пособие: Издание 2-е / Под ред. Белов Н. В. - Москва: Изд-во Московского университета, 1964. - 488 с.
6. Иванов, А. С. Рентгенография металлов: учебное пособие / А. С. Иванов. - Пермь: ПНИПУ, 2014. - 77 с. - ISBN 978-5-398-01188-3. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160408> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Казанский, Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику: учебное пособие / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. - 300 с. - ISBN 978-5-7262-1696-6. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/75770> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Алексеев, П. А. Нейтронные методы в физике конденсированного состояния: учебное пособие / П. А. Алексеев, А. П. Менушенков. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. - 164 с. - ISBN 978-5-7262-1666-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/75924> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ярмонов, А. Н. Основы вакуумной техники, технологии: учебное пособие / А. Н. Ярмонов. - Пермь: ПНИПУ, 2010. - 174 с. - ISBN 978-5-398-00487-8. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160774> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Иванов, А. С. Рентгенография металлов: учебное пособие / А. С. Иванов. - Пермь: ПНИПУ, 2014. - 77 с. - ISBN 978-5-398-01188-3. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/160408> (дата обращения: 09.06.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
ФТД.Н.3 Проведение синхротронных и нейтронных исследований

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика перспективных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2023

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.