

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1154670	Методическое обеспечение научных исследований

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Фундаментальная и прикладная физика	<b>Код ОП</b> 1. 03.05.02/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Фундаментальная и прикладная физика	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.05.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Незнахин Дмитрий Сергеевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Пирогов Александр Николаевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов
3	Селезнева Надежда Владимировна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методическое обеспечение научных исследований

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Важной составляющей подготовки специалистов-физиков является их приобщение к современному арсеналу методик и средств исследования свойств вещества в конденсированном состоянии. Приобретение соответствующих теоретических знаний и практических навыков обеспечивают дисциплины данного модуля. Студенты изучают кристаллическое строение вещества и физику его взаимодействия с проникающими излучениями. На этой основе представляется широкий набор методик, и способов цифровой обработки первичной информации, позволяющих получить адекватные сведения об атомной и магнитной структуре различных материалов. Наряду с этим значительное внимание уделяется специальным магнитометрическим методикам, ориентированным на аттестацию свойств магнитоупорядоченных сред и изделий из них. Освоение данного модуля позволяет углубить физические знания об явлениях и эффектах, используемых в измерительной практике, и получить определённые навыки в решении конкретных структурных и магнитных измерительных задач.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Экспериментальные методы в магнетизме	3
2	Кристаллография и основы структурного анализа	3
3	Рентгеновские, электронные и нейтронные методы исследования магнитоупорядоченных сред	3
ИТОГО по модулю:		9

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Физика конденсированного состояния
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Фундаментальный и прикладной магнетизм 2. Специальные вопросы магнетизма

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Кристаллография и основы структурного анализа	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>З-2 - Классифицировать основные методы математического и алгоритмического моделирования, применимые для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p>
Рентгеновские, электронные и нейтронные методы исследования магнитоупорядоченных сред	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных</p>

		<p>исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
<p>Экспериментальные методы в магнетизме</p>	<p>ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты</p>	<p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>У-2 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического</p>

	конденсированного состояния	моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности
	ПК-2 - Способен вести междисциплинарные исследования в области профессиональной деятельности	<p>З-1 - Изложить основные принципы организации, планирования и проведения научного исследования с привлечением различных дисциплин</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>У-1 - Выбирать научно-техническую информацию различных предметных областей для оптимального планирования исследования</p> <p>У-3 - Оценивать полученные результаты проведенных исследований</p> <p>У-4 - Установить последовательность действий при интерпретации результатов научных исследований</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Экспериментальные методы в магнетизме**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Катаев Василий Анатольевич	кандидат физико- математических наук, доцент	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Незнахин Дмитрий Сергеевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Катаев Василий Анатольевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов
- Незнахин Дмитрий Сергеевич, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Магнитные характеристики вещества и поля, единицы измерения магнитных величин	Общая характеристика проблемы магнитных измерений. Магнитное поле и магнитная индукция. Магнитные параметры намагничиваемых сред. Магнитные характеристики сильномагнитных веществ и материалов.
P2	Магнитные цепи, особенности образцов, анализ магнитных цепей	Общие положения теории магнитных цепей. Замкнутая магнитная цепь. Частично замкнутая магнитная цепь. Разомкнутая магнитная цепь.
P3	Намагничивающие устройства	Катушки Гельмгольца. Соленоид. Сверхпроводящие соленоиды. Соленоид Биттера. Устройства импульсного намагничивания. Электромагнит.
P4	Измерения магнитной индукции, намагниченности и напряженности магнитного поля	Баллистический гальванометр. Веберметры. Цифровые интеграторы. Метод магнитных весов. Маятниковый магнитометр. Метод магнитной стрелки. Астатический магнетометр. Вибромагнетометр. Физические основы измерения напряженности внутреннего магнитного поля. Плоские накладные катушки. Магнитный потенциалметр. Феррозонд. Преобразователи на основе гальваномагнитных эффектов. Магниторезисторы.
P5	Квантовые преобразователи и преобразователи на основе сверхпроводимости	Преобразователи на основе ЯМР. Преобразователи на основе ЭПР. Магнитометры на основе SQUID.

<b>Р6</b>	Измерение динамических магнитных характеристик материалов	Условия измерения. Измерение динамической кривой намагничивания и петли гистерезиса. Расчет значений индукции и поля при динамическом режиме перемагничивания. Определение магнитных потерь.
-----------	---	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Экспериментальные методы в магнетизме

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Чернышев, Е. Т.; Магнитные измерения на постоянном и переменном токе : практическое пособие.; Государственное издательство стандартов, Москва; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599189> (Электронное издание)
2. Сандомирский, С. Г.; Расчет и анализ размагничивающего фактора ферромагнитных тел : монография.; Белорусская наука, Минск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436596> (Электронное издание)
3. Желамский, М. В.; Электромагнитное позиционирование подвижных объектов : монография.; Физматлит, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457661> (Электронное издание)
4. Боровик, Е. С.; Лекции по магнетизму : курс лекций.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75475> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Желамский, М. В.; Электромагнитное позиционирование подвижных объектов; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2013 (1 экз.)
2. Боровик, Е. С., Еременко, В. В., Мильнер, А. С.; Лекции по магнетизму; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2005 (2 экз.)
3. Катаев, В. А., Иванов, О. А.; Методы измерений электрических и магнитных свойств функциональных материалов : учеб. пособие для вузов.; Изд-во Урал. ун-та, Екатеринбург; 2010 (79 экз.)
4. Чечерников, В. И., Кондорский, Е. И.; Магнитные измерения : [учебное пособие для университетов].; Издательство Московского университета, Москва; 1963 (4 экз.)
5. Кифер, И. И.; Испытания ферромагнитных материалов; Энергия, Москва; 1969 (10 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru/rus/>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Экспериментальные методы в магнетизме**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>Office 365 ProPlusEdu ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft Student EES</p>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Кристаллография и основы структурного**  
**анализа**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Селезнева Надежда Владимировна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	физики конденсированног о состояния и наноразмерных систем

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Естественных наук и математики

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Селезнева Надежда Владимировна, Доцент, физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение в кристаллографию	Историческая справка о развитии кристаллографии как науки. Сущность понятий «симметрии», «кристалл». Основные характеристики кристаллического вещества: однородность, анизотропия, способность самоограняться, симметрия.
P2	Метод кристаллического индцирования	Платоновские фигуры. Закон Эйлера. Закон постоянства углов. Закон Вульфа – Брэггов. Операции и элементы симметрии конечных фигур I и II рода (ось симметрии – поворотные, зеркальные и инверсионные, плоскость симметрии и цент симметрии). Кристаллографические проекции. Сферическая проекция, полярный комплекс кристалла. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция. Сетка Вульфа. Символы узлов, ребер, граней кристалла. Параметры Вейсса, индексы Миллера. Связь символов граней и ребер кристалла.
P3	Симметрия структуры кристаллов	Типы решеток Браве. Трансляционные элементы симметрии – плоскости скользящего отражения, винтовые оси. Общие представления о 230 пространственных группах симметрии. Правильные системы точек, их характеристики. Теория плотнейших упаковок шаров: двухслойные и трехслойные структуры. Основные типы структур (структура $\alpha$ -железа, меди, магния, вольфрама, поваренной соли, алмаза, графита, сфалерита и вюрцита, рутила и др.).
P4	Структурный анализ	Рассеяние и поглощение рентгеновского излучения в веществе. Обратное пространство, интерференционное уравнение и

		сфера Эвальда. Определение параметров ячейки и симметрии кристалла по порошковым рентгенограммам. Способы моделирования и представления кристаллических структур.
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	З-1 - Сделать обзор основных методов теоретических и экспериментальных физических исследований

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Кристаллография и основы структурного анализа

#### Электронные ресурсы (издания)

- Белов, Н. П.; Основы кристаллографии и кристаллофизики. Часть I. Введение в теорию симметрии кристаллов : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2009; <http://www.iprbookshop.ru/67480.html> (Электронное издание)
- ; Современные методы структурного анализа веществ : учебник.; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003> (Электронное издание)
- Жданов, Г. С.; Основы рентгеновского структурного анализа; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва, Ленинград; 1940; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105567> (Электронное издание)
- Батаев, И. А.; Кристаллография: методы проецирования кристаллов : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575329> (Электронное издание)
- Мордасов, Д. М.; Кристаллография: учебное электронное издание : учебное пособие.; Тамбовский

### Печатные издания

1. Васильев, Д. М.; Физическая кристаллография : Учеб. пособие для металлург. специальностей вузов.; Металлургия, Москва; 1981 (22 экз.)
2. Павлов, П. В.; Физика твердого тела : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1985 (9 экз.)
3. Киттель, Ч., Гусев, А. А., Пахнев, А. В.; Введение в физику твердого тела; Наука, Москва; 1978 (53 экз.)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru/rus/>

### Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Кристаллография и основы структурного анализа

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Рентгеновские, электронные и нейтронные**  
**методы исследования**  
**магнитоупорядоченных сред**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Кулеш Никита Александрович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	магнетизма и магнитных наноматериалов
2	Пирогов Александр Николаевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Профессор	магнетизма и магнитных наноматериалов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 3 от 14.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кулеш Никита Александрович, Доцент, магнетизма и магнитных наноматериалов
- Пирогов Александр Николаевич, Профессор, магнетизма и магнитных наноматериалов

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Рентгеновское излучение	Сплошное и характеристическое рентгеновское излучение. Переходы между уровнями. Конструкция рентгеновской трубки. Синхротронное излучение. Синхротронная установка. Структурный анализ. Метод Ритвельда. Определение орбитального вклада в магнитный момент.
P2	Источники нейтронов, когерентное ядерное и магнитное рассеяние нейтронов	Реакция деления ядер урана. Испарительные (spallation) нейтронные установки. Нейтронные дифрактометры с постоянной длиной волны и времяпролетные установки. Когерентное и некогерентное рассеяние нейтронов. Структурная нейтронография. Определение магнитной структуры из нейтронографического эксперимента.
P3	Нейтронная и рентгеновская рефлектометрия	Пучок нейтронов (рентгеновских лучей) как зондирующее излучение. Критический угол. Измерения магнитных наноструктур, биологических мембран, тонких полимерных пленок.
P4	Малоугловое рассеяние нейтронов	Метод вариации. Метод контраста. Обработка экспериментальных данных. Исследование структуры магнитных пленочных объектов, биологических, полимерных и коллоидных систем
P5	Электронография	Рассеяние образцом ускоренных электронов. Дифракция электронов. Типы электроннограм. Преимущества и

		недостатки электронографии по сравнению с рентгено- и нейтронографией.
--	--	--

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами экспериментальных и теоретических исследований и алгоритмического моделирования для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	П-1 - Осуществлять обоснованный выбор методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Рентгеновские, электронные и нейтронные методы исследования магнитоупорядоченных сред

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Жданов, Г. С.; Рентгенография металлов 1. ; Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, Москва, Ленинград; 1941; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103647> (Электронное издание)
2. Уманский, Я. С.; Рентгенография металлов и полупроводников : монография.; Металлургия, Москва; 1969; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475626> (Электронное издание)
3. Кривоглаз, М. А.; Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами : монография.; Наука, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475633> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. ; Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : учеб. для вузов по специальности "Физика металлов" и "Металловедение, оборудование и технология терм. обраб. металлов".;

Металлургия, Москва; 1982 (92 экз.)

2. ; Нейтроны и твердое тело: В 3 т. Т. 3. Нейтронная спектроскопия; Атомиздат, Москва; 1983 (2 экз.)

3. Пирогов, А. Н.; Структурная и магнитная нейтронография : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 03.03.02 "Физика", 27.04.01 "Стандартизация и метрология", 04.04.01 "Химия", 04.04.02 "Химия, физика и механика материалов".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (1 экз.)

4. Пирогов, А. Н.; Структурная и магнитная нейтронография : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (5 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Bilbao Crystallographic Server, <http://www.cryst.ehu.es>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>

2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рентгеновские, электронные и нейтронные методы исследования магнитоупорядоченных сред**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES

		Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES