

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

Код модуля	Модуль
1156002	Резонансные методы в физике

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Физика	Код ОП 1. 03.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Физика	Код направления и уровня подготовки 1. 03.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Старший преподаватель	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Резонансные методы в физике

1.1. Аннотация содержания модуля

Цель курса - освоение современных экспериментальных методов изучения физических явлений, строения и свойств материалов, включая способы регистрации сигналов, резонансные методы и методы рентгеноструктурного анализа.

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	Резонансные методы в физике	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

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
Резонансные методы в физике	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	З-2 - Интерпретировать основные теоретические положения фундаментальных разделов естественных наук, необходимые для освоения компетенций по профилю деятельности У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики У-2 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов с использованием знаний фундаментальных

		<p>разделов естественных наук и объективных законов природы</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки использования основных естественнонаучных законов, теорий и принципов в важнейших практических приложениях</p> <p>Д-1 - Демонстрировать навыки самообразования</p>
	<p>ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния</p>	<p>З-1 - Знать основные методы теоретических и экспериментальных физических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p> <p>П-1 - Предлагать использование методов теоретических и экспериментальных физических исследований при решении поставленных задач</p>
	<p>ПК-2 - Способен создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов физического, математического и алгоритмического моделирования, применимых для формализации и решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Предлагать и разрабатывать методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Резонансные методы в физике

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Легких Николай Владимирович	кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник	Доцент	Департамент фундаментальной и прикладной физики
2	Тебеньков Александр Владимирович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Старший преподаватель	физики конденсированного состояния и наноразмерных систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 1 от 18.01.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Легких Николай Владимирович, Доцент, Департамент фундаментальной и прикладной физики
- Тебеньков Александр Владимирович, Старший преподаватель, 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	Радиоспектроскопия как система методов исследования парамагнитных спектров вещества	Введение. Радиоспектроскопия как система методов исследования парамагнитных спектров вещества. Основные методы радиоспектроскопии – электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), ядерный магнитный резонанс (ЯМР), двойной электронно-ядерный резонанс (ДЭЯР), ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР).
P2	Парамагнитные центры в кристаллах	Парамагнитные центры в кристаллах. Теория кристаллического поля. Расщепление d и f-термов ионов переходных групп в поле кубической симметрии.
P3	Спектр ЭПР и обобщенный спиновый гамильтониан	Спектр ЭПР и спиновый гамильтониан. Вывод спинового гамильтониана для орбитально-невырожденного основного состояния. Спиновый гамильтониан в случае вырожденного основного состояния. Ионы в S-состоянии. Обобщенный спиновый гамильтониан.
P4	Экспериментальные методы определения констант спинового гамильтониана. Расчет спектров ЭПР	Экспериментальные методы определения констант спинового гамильтониана. Расчет спектров ЭПР в приближении «сильного магнитного поля». Угловая зависимость спектра ЭПР.
P5	ЭПР и структурные фазовые переходы	ЭПР и структурные фазовые переходы в сегнетоэлектрических кристаллах.

P6	Применение ЭПР в химии	Применение ЭПР в химии. Спектр ЭПР органических радикалов. Сверхтонкая структура ароматических свободных радикалов. Применение ЭПР для изучения делокализации спиновой плотности неспаренного электрона в ароматических соединениях.
P7	ЯМР высокого разрешения	ЯМР высокого разрешения. Химический сдвиг. Протонные химические сдвиги (теория).
P8	Ядерный квадрупольный резонанс	Ядерный квадрупольный резонанс. Спиновый гамильтониан и спектр ЯКР. Спектр ЯКР в магнитном поле (случай аксиальной симметрии градиента кристаллического поля).
P9	ДЭЯР	Двойной электронно-ядерный резонанс (ДЭЯР). Экспериментальное наблюдение спектров ДЭЯР. Применение ДЭЯР для изучения сверхтонких взаимодействий в кристаллах.
P10	ЭПЭ в парамагнитном резонансе	Электро-полевой эффект (ЭПЭ) в парамагнитном резонансе. Применение ЭПЭ для изучения ориентационной кинетики парамагнитных дипольных комплексов в кристаллах.

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	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ПК-1 - Способен использовать знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач в области физики магнитных явлений, медицинской и теоретической физики, физики конденсированного состояния	У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Резонансные методы в физике

Электронные ресурсы (издания)

1. Сергеев, Н. А.; Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография.; Логос, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233789> (Электронное издание)
2. Устынюк, Ю. А.; Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса : курс лекций. 1. Вводный курс; Техносфера, Москва; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444862> (Электронное издание)
3. Фомин, Д. В.; Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575229> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сликтер, Чарльз П., Ч. П., Корст, Н. Н., Скороцкий, Г. В.; Основы теории магнитного резонанса; Мир, Москва; 1981 (18 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>
2. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Резонансные методы в физике

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	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
2	Консультации	<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>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется
5	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>