

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени В. И. ВЕРНАДСКОГО»  
**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
*(наименование академии, института (филиала))*

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по учебно-методической работе

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА**

*(наименование академии, института (филиала))*

Рыбась А.Ф.

*(Ф.И.О.)*



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Радиоспектроскопия твердых тел**

*(наименование дисциплины)*

Направление подготовки (специальность)

**03.06.01 Физика и астрономия**

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность программы

**Физика конденсированного состояния**

*(наименование направленности программы)*

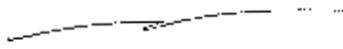
Форма обучения **очная**

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с СУОС КФУ, утвержденным приказом ректора № 696/1 от «30» августа 2019 года.

## РАЗРАБОТАНО

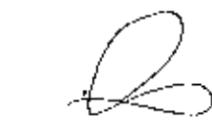
Профессор, д.ф.-м.н., доцент  
*(подпись, ученым званием, учетом звания)*

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Яценко А.В.  
(ФИО)

## СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой  
Физики конденсированных сред,  
физических методов и информационных  
технологий в медицине  
*(подпись, должность, разработка РЦД)*

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Стругацкий М.Б.  
(ФИО)

Председатель  
учебно-методической комиссии  
Физико-технического института  
*(подпись, должность, реализующей дисциплину)*

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рыбась А.Ф.  
(ФИО)

**Распределение объема дисциплины по видам работы**

Общий объем дисциплины	з.е.	3
Общий объем дисциплины	час	108
Объем аудиторной работы	час.	18
в том числе:		
лекции	час.	8
лабораторные работы	час.	
практические занятия (семинары)	час.	10
Объем самостоятельной работы	час.	90
в том числе		
экзамен	час.	

**Виды текущего контроля самостоятельной работы**

Вид	Семестр
Курсовой проект / работа	
Коллоквиум	
Расчетно-графическая работа	
Контрольная работа	
Реферат	
Эссе	
Творческое задание в области искусства	
Учебная история болезни	

**Формы промежуточной аттестации**

Форма	Семестр
Экзамен	
Дифференцированный зачет	4
Зачет	

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

Коды и содержание компетенций (согласно СУОС КФУ):

### *03.06.01 Физика и астрономия*

ПК 8 - способен самостоятельно и в коллективе осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области радиоспектроскопии твердых тел с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

#### **Знать:**

Основные условия, при которых возможно информативное исследование вещества в конденсированном состоянии радиоспектроскопическими методами; основные факторы и взаимодействия, которые влияют на форму спектров ЯМР, ЭПР и ЯКР.

Возможности применения радиоспектроскопических методов в научных исследованиях, промышленности и медицине.

#### **Уметь:**

Получать информацию о особенностях структуры исследуемого объекта на основании анализа экспериментальных спектров ЯМР, ЭПР, ЯКР.

Проводить оценочные расчеты градиента внутрикристаллического электрического поля в ионных кристаллах и локального магнитного поля на ядрах в диамагнитных кристаллах

Пользоваться аппаратурой для измерения постоянных магнитных полей, спектрометрами ЯМР и ЭПР.

#### **Владеть:**

Методами анализа формы линий ЯМР, ЭПР и ЯКР; навыками практического применения методов ЯМР и ЭПР.

## **2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

При изучении данного предмета требуется знание полного курса общей физики, квантовой механики и статистической физики. Также необходимо знание полного университетского курса математического анализа и методов математической физики.

Изучение дисциплины предполагает освоение вводного краткого курса «Радиоспектроскопия твердых тел», изучаемого на 4 курсе бакалавриата и курса «ЯМР в твердых телах», который изучается на 1-м году подготовки магистров.

### 3. Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1. Содержание лекций

Разделы, темы, дидактические единицы <sup>1</sup>
Методы увеличения чувствительности и повышения отношения сигнал/шум в радиоспектроскопии. Современная аппаратура для проведения исследований методом ЯМР и ЭПР. Получение информации о структуре исследуемого объекта на основании анализа экспериментальных данных ЯМР и ЭПР. Двойные резонансы: ДЯМР, ДЭЯР. Применение радиоспектроскопических методов в промышленности. ЯМР в медицине. Основы ЯМР томографии.

#### 3.2. Наименование лабораторных работ

Разделы, наименование лабораторных работ

#### 3.3. Содержание практических занятий (семинаров)

Разделы, темы, дидактические единицы
Обработка экспериментальных спектров ЯМР квадрупольных ядер.
Моделирование спектров ЯМР ядер со спином $\frac{1}{2}$ .
Моделирование спектров ЯМР квадрупольных ядер

#### 3.4. Содержание самостоятельной работы

Разделы, темы, дидактические единицы

<sup>1</sup> Дидактическая единица – логически самостоятельная часть учебного материала, по своему объему и структуре соответствующая таким компонентам содержания как понятие, теория, закон, явление, факт, объект и т.п..

#### **4. Контроль результатов обучения по дисциплине**

**Текущий контроль и промежуточная аттестация** осуществляется в соответствии с «Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» и «Порядком применения балльно-рейтинговой системы оценивания успеваемости обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Вид(ы) промежуточной аттестации – *дифференцированный зачет*.

Форма(ы) проведения промежуточной аттестации — *накопительно по результатам текущего контроля*.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение**

##### **Основная учебная литература:**

1. Сергеев Н.А., Рябушкин Д. С. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса. / М.: Логос, 2013, 272 с. ISBN 978-5-98704-754-5.
2. Панюшкин В.Т., Черныш Ю.Е., Волынкин В.А., Бородкин Г.С., Бородкина И.Г. Ядерный магнитный резонанс в структурных исследованиях / М.: Красанд 2017. 352 с. ISBN 978-5-396-00746-8.

##### **Дополнительная учебная литература:**

1. Квантовая радиофизика. Магнитный резонанс и его приложения. /Под ред. В.И.Чижика / Изд. СПб университета. СПб. - 2009. - 700 с.
2. Бородин П.М. и др. Ядерный магнитный резонанс. / Л.: ЛГУ. - 1982.
3. Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса. / М.: Мир. - 1981.
4. Бородин П.М., Фролов В.В., Чижик В.И. и др. Физические основы квантовой радиофизики. / Л., ЛГУ. – 1985. – 320 с.
5. Чижик В.И.. Ядерная магнитная релаксация. Л. ЛГУ. 1991.
6. Гречишкин В.С. Ядерные квадрупольные взаимодействия в твердых телах. / М., Наука. – 1973. – 264 с.
7. Лундин А.Г., Федин Э.И. ЯМР – спектроскопия. / М., Наука. – 1986. – 223 с.
8. Сергеев Н.М. Спектроскопия ЯМР. / М.: МГУ. – 1981. – 279 с.
9. Лёше А. Ядерная индукция. / М., ИЛ. – 1963. – 684 с.
10. Лундин А.Г., Федин Э.И. Ядерный магнитный резонанс. Основы и применения. / Новосибирск, Наука. – 1980. – 192 с.
11. Сороко Л.М. Интроскопия на основе ядерного магнитного резонанса. / М.: Энергоатомиздат. – 1986. – 169 с.
12. Альтшуллер С.А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс. / М.: Наука. – 1972. – 672 с.

##### **5.3. Методические материалы**

1. Технические описания и инструкции по эксплуатации спектрометров ЯМР.
2. Методические указания по выполнению экспериментов.
3. Методические указания по обработке информации, полученной экспериментально.

##### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

**6. Перечень информационных технологий, используемых в образовательной деятельности**

1. Языки программирования PowerBasic, Pascal, C++
2. Пакеты программ для обработки информации SciDavis, MagicPlot или Origin 8

### **7. Перечень применяемых современных образовательных технологий<sup>2</sup>**

*Указывается перечень современных образовательных технологий (при необходимости)*

### **8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательной деятельности**

Оборудование, образцы и материалы для постановки лабораторных работ ПК, работающие с ОС “Windows XP” или Ubuntu, freeDOS

---

<sup>2</sup> Электронное обучение, дистанционные образовательные технологии; интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги, анализ ситуаций и имитационных моделей и т.п.