

## Рабочая программа дисциплины ООП

### Основы мессбауэровской спектроскопии

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Русаков Вячеслав Серафимович

(кафедра общей физики физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	По выбору
Аудитория:	Профильный
Специализация:	Физика конденсированного состояния
Семестр:	7, 9
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	36 часов
Семинаров:	–
Практ. занятий:	18 часов
Отчётность:	Экзамен или зачет
Начальные компетенции:	М-ОНК-2, М-ПК-1,
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-2, М-ПК-3 М-ПК-6

#### Аннотация курса

В настоящее время мессбауэровская спектроскопия стала мощным методом исследования твердых тел. Она дает информацию о структурном, валентном, зарядовом и спиновом состояниях мессбауэровского атома, а также об особенностях атомной, кристаллической, магнитной и электронной структур исследуемого вещества. Лекционный курс посвящен последовательному изложению физических основ мессбауэровской спектроскопии и основ мессбауэровского эксперимента. В процессе обучения студенты познакомятся с сущностью эффекта Мессбауэра, с мессбауэровским спектрометром, с динамическими свойствами атомов, с электрическими и магнитными сверхтонкими взаимодействиями и соответствующими им параметрами спектра, с механизмами формирования электрического и магнитного полей в области расположения ядра, с основными методами анализа и обработки мессбауэровских спектров, с отличительными особенностями мессбауэровской спектроскопии. Студент получит начальные навыки проведения мессбауэровского эксперимента

#### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать физические основы мессбауэровской спектроскопии, ее отличительные особенности; уметь проводить мессбауэровский эксперимент и использовать основные методы обработки мессбауэровских спектров.

#### Образовательные технологии

В процессе чтения лекций на сайте кафедры создается страница, содержащая методические материалы. Курс имеет электронную версию лекций для презентации и описание задач практикума. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

#### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является теоретическим и экспериментальным базисом к овладению современными методами мессбауэровской спектроскопии. Курс дополняет курсы из ОПП, посвященные широко применяемым методам исследования твердого тела, например, такие как: "Современные методы исследования твердых тел", "Дифракционный структурный анализ", "Рентгенография конденсированных сред", "Экспериментальные методы в магнетизме".

#### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа и курсовая работа по дисциплинам: "Введение в физику конденсированного состояния вещества", "Физика конденсированного состояния вещества", "Современные проблемы физики конденсированного состояния", "Ядерная физика твердого тела".

**Основные учебные пособия, обеспечивающие курс**

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

**Контроль успеваемости**

**Фонды оценочных средств**

1. Вертхейм Г. "Эффект Мессбауэра". – М.: Мир. 1966. – 172с.
2. Шпинель В.С. Резонанс гамма-лучей в кристаллах. – М.: Наука. 1969. – 407с.
3. Русаков В.С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем. – Алматы. ИЯФ НЯЦ РК. 2000. – 431с.

1. Русаков В.С. Физические основы мессбауэровской спектроскопии. Часть I. Сущность эффекта мессбауэра. Учебное пособие. - М.: ООП Физ. фак-та МГУ. 2005. 28с.
2. Русаков В.С. Физические основы мессбауэровской спектроскопии. Часть II. Основы техники эксперимента. Учебное пособие. - М.: ООП Физ. фак-та МГУ. 2005. 33с.
3. Русаков В.С. Физические основы мессбауэровской спектроскопии. Физические основы мессбауэровской спектроскопии. Часть III. Динамические свойства мессбауэровских ядер. Учебное пособие. – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2005. 31 с.
4. Русаков В.С. Физические основы мессбауэровской спектроскопии. Часть IV. Сверхтонкие взаимодействия и параметры мессбауэровского спектра. А. Электрическое монопольное взаимодействие. Учебное пособие. – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2005. 27 с.
5. Русаков В.С. Физические основы мессбауэровской спектроскопии. Часть IV. Сверхтонкие взаимодействия и параметры мессбауэровского спектра. Б. Электрическое квадрупольное взаимодействие. Учебное пособие. – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2005. 30 с.
6. Русаков В.С. Физические основы мессбауэровской спектроскопии. Часть IV. Сверхтонкие взаимодействия и параметры мессбауэровского спектра. В. Магнитное дипольное взаимодействие. Учебное пособие. – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2005. 27 с.

1. Русаков В.С., Пресняков И.А., Губайдулина Т.В. и др. Исследование методами зондовой мессбауэровской спектроскопии на ядрах  $^{57}\text{Fe}$  и  $^{119}\text{Sn}$  перовскитоподобных двойных манганитов семейства  $\text{CaCu}_x\text{Mn}_{7-x}\text{O}_{12}$  ( $x = 0, 0.15, 3$ ). // Известия РАН, т.75, №2, с. 292–298 (2011).
2. Русаков В.С., Пресняков И.А., Демазо Ж. и др. Структура локального окружения и сверхтонкие взаимодействия зондовых атомов  $^{57}\text{Fe}$  в никелате  $\text{DyNiO}_3$ . // Известия РАН (2010) т.74, №3, с.365-369.
3. Русаков В.С., Чистякова Н.И., Бурковский И.А. и др. Мессбауэровские исследования соединений систем  $\text{Cu}_{3-x}\text{Fe}_x\text{SnS}_4$  и  $\text{Cu}_2\text{Fe}_{1-x}\text{Zn}_x\text{SnS}_4$  // Известия РАН (2010) т.74, №3, с.420-424.
4. Русаков В.С., Сухоруков И.А., Жанкадамова А.М., Кадыржанов К.К. Моделирование процессов диффузии и фазообразования в слоистых бинарных металлических системах. Сравнение с мессбауэровскими и рентгеновскими данными // ФММ, т.109, вып.5 (2010), с.584-593.
5. Русаков В.С., Пресняков И.А., Соболев А.В. и др. Магнитные сверхтонкие взаимодействия зондовых атомов  $^{119}\text{Sn}$  в двойном перовските  $\text{CaCu}_3\text{Mn}_4\text{O}_{12}$ . // ЖЭТФ, т.135, №4, с.692-704 (2009).

<http://genphys.phys.msu.ru/rusakov>

<http://www.mossbauer.org/>

<http://www.medc.dicp.ac.cn/>

**Промежуточная аттестация** проводится на 7 неделе в форме контрольной с оценкой. Критерий формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, восприятие излагаемого материала.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы к зачётам и экзаменам.

### Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
<i>Сущность эффекта Мессбауэра. Атомное ядро и энергетический переход. Типы радиационных переходов и коэффициенты Эйнштейна. Характеристики <math>\gamma</math>-излучения. Сечение резонансного поглощения. Схемы распада материнского ядра и мессбауэровского перехода. Вероятность эффекта Мессбауэра. Основные характеристики мессбауэровских изотопов.</i>	1-2
<i>Основы мессбауэровского эксперимента. Схема эксперимента. Мессбауэровский спектрометр и режимы его работы. Мессбауэровский спектр и его огибающая. Самопоглощение в источнике. Геометрический эффект. Качество спектра и оптимизация эксперимента.</i>	3-4
<i>Динамические свойства атомов. Колебательный спектр ядра. Вероятность эффекта и температурный сдвиг мессбауэровской линии. Дебаевское и эйнштейновское приближения. Вероятность эффекта и площадь мессбауэровской линии. "Эффект насыщения".</i>	5-7
<i>Электрическое монополюсное сверхтонкое взаимодействие. Механизмы формирования зарядовой плотности электронов в области расположения ядра. Электронная конфигурация и изомерный сдвиг мессбауэровской линии. Феноменологический подход.</i>	9-10
<i>Электрическое квадрупольное сверхтонкое взаимодействие. Механизмы формирования неоднородного электрического поля в области расположения ядра. Эффекты экранирования и антиэкранирования. Тензор градиента электрического поля и квадрупольное смещение компонент спектра. Интенсивности гамма-переходов.</i>	11-13
<i>Магнитное дипольное сверхтонкое взаимодействие. Механизмы формирования эффективно магнитного поля в области расположения ядра. Сверхтонкая структура ядерных уровней. Комбинированное сверхтонкое взаимодействие. Интенсивности гамма-переходов.</i>	14-15
<i>Основные методы анализа и обработки мессбауэровских спектров – улучшение качества спектра, модельная расшифровка спектра, восстановление функций распределений параметров парциальных спектров, сравнение со спектрами образцов-эталонов и моделирование спектров. Комплексный подход к обработке спектра и роль априорной информации.</i>	16-17
<i>Отличительные особенности мессбауэровской спектроскопии.</i>	18