

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кемеровский государственный университет»
Физический факультет

Рабочая программа дисциплины

Оптическая спектроскопия анизотропных сред:
спектроскопия комбинационного рассеяния света

Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль) программы
«Физика конденсированного состояния»

Квалификация (степень) выпускника
исследователь – преподаватель, исследователь

Форма обучения
очная

Кемерово 2014

Оглавление

| | |
|---|--|
| Оглавление | 2 |
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению «Физика и астрономия» | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры..... | 4 |
| 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся | 4 |
| 3.1. <i>Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)</i> | 5 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий | 5 |
| 4.1. <i>Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)</i> | 5 |
| 4.2 <i>Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)</i> | 6 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | 6 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине..... | 6 |
| 6.1 <i>Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине</i> | 6 |
| 6.2 <i>Типовые контрольные задания или иные материалы</i> | 7 |
| 6.3 <i>Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций</i> | 10 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины..... | 10 |
| а) <i>основная учебная литература:</i> | Ошибка! Закладка не определена. |
| б) <i>дополнительная учебная литература:</i> | Ошибка! Закладка не определена. |
| 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины | 10 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 10 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | 12 |
| 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 12 |
| 12. Иные сведения и (или) материалы | 12 |
| 12.1. <i>Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине</i> | 12 |

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению «Физика и астрономия»

В результате освоения ООП аспирантуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Результаты освоения ООП Содержание компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-----------------|---|--|
| УК-1 | способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | <p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципы и режимы работы используемых экспериментальных установок (оптические спектрометры, лазерная техника). 2. Принципы и режимы пробоподготовки для оптической спектроскопии. 3. Основные принципы математических методов обработки получаемых спектральных данных. 4. Основные требования к лазерным материалам. 5. Основные эффекты при взаимодействии оптического излучения видимого и инфракрасного диапазона с исследуемыми материалами. 6. Различия в оптических методах исследования изотропных и анизотропных материалов. 7. Возможные различия в оптических свойствах материалов при фазовых и структурно-фазовых переходах. 8. Основные эффекты при взаимодействии оптического излучения видимого и инфракрасного диапазона с исследуемыми материалами. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Применять на практике методы получения и анализа материалов. 2. Выполнять исследования согласно выбранным методикам, наилучшим образом соответствующим |

| | | |
|--------------|---|--|
| | | <p>поставленной задаче.</p> <p>3. Различать и анализировать собственные и примесные свойства материалов.</p> <p>Владеть:</p> <p>1. Навыками анализа промежуточных результатов для корректировки плана исследований</p> <p>2. Навыками первичного анализа и сопоставления собственных полученных данных с информацией из специализированной литературы (включая профильные публикации в научной периодике).</p> |
| ОПК-1 | <p>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p> | <p>Знать:</p> <p>1. Базовые физические принципы спектроскопии КРС;</p> <p>2. Возможные различия в оптических свойствах материалов при фазовых и структурно-фазовых переходах.</p> <p>Уметь:</p> <p>1. Определять режимы работы спектрального прибора для спектрального анализа конкретного объекта.</p> <p>Владеть:</p> <p>1. Навыками практической работы со спектрометрами различного типа.</p> |

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Оптическая спектроскопия анизотропных сред: спектроскопия комбинационного рассеяния света» является дисциплиной по выбору направления подготовки «Физика и астрономия».

Для успешного усвоения курса аспиранту необходимо знание общих курсов физики, ряда разделов теоретической физики и физики конденсированного состояния. Данный курс является базой для осознанного использования аспирантами при выполнении спектроскопических исследований, а также для освоения практических навыков работы с техникой спектроскопии.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с

преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕ), 72 часа.

3.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

| Вид учебной работы | Всего часов |
|---|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 72 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего) | 18 |
| Аудиторная работа (всего): | 18 |
| в т. числе: | |
| Лабораторные работы | 10 |
| Практические занятия | 8 |
| Внеаудиторная работа (всего): | |
| В том числе - индивидуальная работа обучающихся с преподавателем: | |
| Курсовое проектирование | |
| Творческая работа (реферат, проект) | |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 54 |
| Вид итогового контроля | Зачет |

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| № | Раздел дисциплины | Общая трудоемкость | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | Формы текущего контроля успеваемости |
|----|--|--------------------|---|----------------------|------------------------------------|---|
| | | | аудиторные учебные занятия | | Самостоятельная работа обучающихся | |
| | | | Лабораторные занятия | Практические занятия | | |
| 1. | Перспективные оптические материалы | 27 | 5 | 4 | 18 | Представление реферата, Защита лабораторных работ |
| 2. | Применение основ спектроскопии КРС к материалам современной оптики | 45 | 5 | 4 | 36 | Представление реферата, Защита лабораторных работ |
| | Дисциплина в целом | 72 | 10 | 8 | 54 | Зачет |

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

| № | Наименование раздела дисциплины | Содержание |
|----------------------------------|---------------------------------|---|
| <i>Темы лабораторных занятий</i> | | |
| 1. | Лабораторная работа №1 | Измерение спектра комбинационного рассеяния света (КРС) кристалла фотоэлектрическим методом |
| 2. | Лабораторная работа №2 | Освоение методики получения спектров КРС и извлечения информации о нормальных колебаниях кристаллической решетки. |
| 3. | Лабораторная работа №3 | Получение поляризованных спектров КРС ионных кристаллов |

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

В курсе запланировано на самостоятельную работу аспирантов 54 часа (75% общего объема). Самостоятельная работа аспирантов является одним из видов учебных занятий, выполняется по заданию преподавателя индивидуально и без его непосредственного участия. Целью самостоятельной работы аспирантов является самостоятельное выполнение практической работы, систематизация и закрепление полученных знаний и практических умений, углубление и расширение знаний, приобретение навыков самостоятельной работы с литературой, развитие способностей к самосовершенствованию.

5.1. Виды самостоятельной работы

- Работа с инструкциями к лабораторным работам.
- Подготовка к выполнению лабораторных работ. Работа с методическими указаниями и пособиями к практическим работам, самостоятельное изучение программного обеспечения.
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Написание рефератов

5.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов:

1. Оптическая спектроскопия молекул и кристаллов: учебно-методическое пособие /сост. О.Г. Севостьянов, П.П. Баснин. ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, 2008 – 47 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам) | Код контролируемой компетенции (или её части) | Наименование оценочного средства |
|-------|---|---|----------------------------------|
|-------|---|---|----------------------------------|

| | | | |
|----|------------------------|---|---|
| 1. | Лабораторная работа №1 | УК-1 (знать: 1-8; уметь 1-3; владеть: 1,2) ОПК-1 (знать:1,2; уметь:1; владеть:1) | Контрольные вопросы, отчет о выполнении практической работы |
| 2. | Лабораторная работа №2 | УК-1 (знать: 1-8; уметь 1-3; владеть: 1,2) ОПК-1 (знать:1,2; уметь:1; владеть:1) | Контрольные вопросы, отчет о выполнении практической работы |
| 3. | Лабораторная работа №3 | УК-1 (знать: 1-8; уметь 1-3; владеть: 1,2) ОПК-1 (знать:1,2; уметь:1; владеть:1) | Контрольные вопросы, отчет о выполнении практической работы |
| 4. | Реферат | УК-1 (знать: 3,6,8; уметь 3; владеть: 1) | Реферат |

6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы

Перечень оценочных средств

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в фонде |
|-------|----------------------------------|---|---|
| 1. | Защита лабораторной работы | Средство контроля, организованное как индивидуальное собеседование с каждым аспирантом (или подгруппой) по теоретической и практической части выполненной работы, а также по данным и результатам оформленного отчета. | Вопросы к защите лабораторной работы |
| 2. | Реферат | Продукт самостоятельной работы аспиранта, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. | Темы рефератов |

Примерные темы для рефератов

Темы рефератов формулируются как небольшие проекты, относящиеся к перечисленным лекционным разделам программы, но не вынесенные на лекции, а выполняемые аспирантами индивидуально.

1. Фотонные кристаллы и методы их получения.
2. Применение спектроскопии КРС в биологии.
3. Применение спектроскопии КРС в химии.
4. Применение спектроскопии КРС в минералогии и геологии.

Контрольные вопросы для текущего контроля

1. Основные характеристики материалов, используемых для генерации лазерного излучения.
2. Пороговые условия усиления света в лазерных материалах.
3. Люминесцентные свойства лазерных материалов: квантовый выход, тушители, методы оптимизации.
4. Применение кристаллов соединений в системе $Y_2O_3-Al_2O_3$.
5. Галлиевые гранаты: ростовые дефекты, разупорядочение, центры окраски, применение.
6. Материалы для управления лазерным излучением. Нелинейно-оптические кристаллы.
7. Акустооптические материалы.
8. Основные типы волоконно-оптических датчиков, принципы их работы и приложения.
9. Фоторефрактивные материалы.
10. Регулярные доменные структуры (РДС). Методы получения РДС в объемных материалах и поверхностных слоях. Применения.
11. Активные и пассивные оптические волноводы. Методы получения диэлектрических волноводов.
12. Диффузионные процессы при ионном обмене H-Li в $LiNbO_3$ и $LiTaO_3$. Структурно-фазовые диаграммы.
13. Динамика линейной одноатомной цепочки.
14. Динамика трехмерной одноатомной решетки.
15. Разделение энергии молекул на части. Степени свободы. Классификация колебаний.
16. Квантование энергии колебательного движения атомов решетки. Расчет потенциала.
17. Решетка с базисом. Нормальные колебательные координаты. Оптическая и акустическая дисперсионные ветви.
18. Число колебательных мод. Плотность состояний.
19. Элементарные электромагнитные и упругие возбуждения в твердых телах.
20. Волны поляризации. Общие соотношения.
21. Эффективный заряд. Оболочечная модель. Соотношения Сигети.
22. Дисперсия поляритонов в кубических кристаллах. Соотношение Лиддана-Сакса-Теллера.
23. Локальные фононы.
24. Волны поляризации в анизотропных кристаллах.
25. Электронные возбуждения и электронная поляризуемость.
26. Механизмы появления оптических абсорбционных спектров.
27. Параметры линий в оптических абсорбционных спектрах.
28. Вращательные и колебательные спектры. Электронные спектры.
29. Идентификация молекулярных полос. Методы отнесения линий.
30. Спектральные приборы. Типы монохроматоров.
31. Спектральные приборы. Основные параметры.
32. Основные характеристики спектров КРС. Поляризационные измерения КРС.
33. Основные схемы КРС. Техника спектроскопии КРС.
34. Возможности качественного и количественного анализа по спектрам КРС.
35. Резонансное КРС.
36. Качественный и количественный молекулярный анализ. Анализ возможностей методов и ограничения.
37. Ошибки спектрофотометрических измерений.

38. СИСАМ. Принцип и достоинства метода.
39. Основные принципы модуляционной спектроскопии.
40. Растровые спектральные приборы.
41. Нелинейная лазерная спектроскопия.
42. Спектроскопия НПВО
43. Оптическая модовая спектроскопия.
44. Инверсное комбинационное рассеяние и ГКР.
45. Качественный и количественный молекулярный анализ. Анализ возможностей методов и ограничения.
46. Ошибки спектрофотометрических измерений.
47. СИСАМ. Принцип и достоинства метода.
48. Основные принципы модуляционной спектроскопии.
49. Спектроскопия НПВО
50. Четырехволновое смешение (КАРС).
51. Терагерцовая спектроскопия.

Критерии оценивания компетенций (результатов)

| Код контролируемой компетенции (или её части) | Основные показатели оценки результата | Критерии оценки результата | Оценка |
|--|--|---|----------------------|
| УК-1 | Собирать, систематизировать и анализировать научно-техническую и другую профессиональную информацию в области применения экспериментальных методов; с пониманием читать и воспринимать экспериментальные данные, полученные представленными методами, а также изложенные в монографиях и периодической печати. | Правильность интерпретирования результатов собственных исследований; составление отчетов. | освоена / не освоена |
| ОПК-1 | Изложение основных требований к оптическим материалам. Описание основных эффектов взаимодействия излучения с исследуемыми материалами. Изложение методов получения и обработки материалов. Описание оптических методов исследования свойств материалов. Выполнение лабораторных работ с использованием методов получения и обработки материалов. Измерение, расчет и обработка полученных результатов. | Правильность представления о методах получения материалов и исследования их свойств. Точность описания свойств материалов. Проведение оценки влияния условий синтеза на качество продуктов. Использование методов получения материалов и исследования их свойств. | освоена / не освоена |

6.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Выполнение лабораторной работы производится в течение занятия, индивидуально и самостоятельно. После выполнения лабораторных работ аспиранты предъявляют преподавателю результаты в виде записей, рекомендованных методическими указаниями. Преподаватель оценивает выполнение работы каждым аспирантом по шкале «зачтено/не зачтено». По итогам выполнения лабораторной работы оформляется отчет. Защита лабораторной работы проводится в виде собеседования по практической части выполненной работы и результатам отчета. Ответы на поставленные вопросы аспирант дает в устной форме.

Аспирантам, имеющим пропуски лабораторных занятий, необходимо написать реферат по предложенной теме (п. 6.2) объемом 10-15 стр. Оценка «зачтено» ставится, если реферат представляет собой работу, в которой надлежащим образом изложены мнения авторов проработанной литературы и своего суждения по выбранному вопросу, изложены основные аспекты поставленной проблемы; структура и содержание соответствуют требованиям.

При подведении итогов принимается во внимание оценка освоения компетенций, полученная после проведения ряда контрольных мероприятий (защиты лабораторных работ, реферат) по данной дисциплине. Если профессиональные компетенции ОПК-1 и УК-1 освоены, то выставляется оценка «зачтено».

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Тимофеев В.Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур, Лань, 2015, http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=56612
2. Фриш, С. Э. Оптические спектры атомов: учебное пособие / С. Э. Фриш. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2010. - 656 с. (http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=625)
3. Ельяшевич, М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии [Текст] / М. А. Ельяшевич. - 4-е изд., стер. - М. : URSS, 2007. - 236 с.
4. Бёккер Ю. Спектроскопия / Ю. Бёккер.- М.: Техносфера , 2009. - 528 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994>, дата обращения 17.01.2014

б) дополнительная учебная литература:

1. А. Пуле, Ж-П. Матье Колебательные спектры и симметрия кристаллов, М., 1973.
2. В.И. Малышев Введение в экспериментальную спектроскопию, М., 1979.
3. Г.Н. Жижин, Б.Н. Маврин, В.Ф. Шабанов Оптические колебательные спектры кристаллов, М., 1984.

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

1. Сайт физического факультета КемГУ physic.kemsu.ru, дата обращения 17.01.2014_

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

| | |
|----------------------------|---|
| Вид учебных занятий | Организация деятельности аспиранта |
|----------------------------|---|

| | |
|----------------------------|--|
| <p>Лабораторная работа</p> | <p>Подготовка к лабораторным работам осуществляется аспирантами самостоятельно (вне аудиторных занятий). В процессе этой подготовки аспирант должен усвоить теоретический материал, относящийся к данной лабораторной работе, изучить и ясно представлять себе содержание и порядок выполнения лабораторной работы, знать принципы действия и правила работы с оборудованием, измерительными приборами, химическими реактивами, методы измерений, особенности конструкции лабораторной установки и правила безопасного поведения при выполнении лабораторной работы, знать ответы на приведенные в методическом руководстве контрольные вопросы, а также выполнить необходимый по заданию преподавателя объем предварительных расчетов, заготовить необходимые таблицы и рисунки.</p> <p>Получить допуск к выполнению лабораторной работы. Подготовить к работе применяемое оборудование и стеклянную посуду. Приготовить необходимые растворы. Выполнить работу в соответствии с порядком выполнения. Аспирантам рекомендуется завести рабочий журнал для регистрации условий эксперимента, технических характеристик используемой аппаратуры, результатов измерений. По окончании работы аспиранты обязаны оставить рабочее место в чистоте, вымыть используемую в данном эксперименте химическую посуду. Далее необходимо обработать и представить результаты в виде отчета в следующей форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> – название работы – цель работы – краткая теория – применяемое оборудование – порядок выполнения работы – результаты – выводы <p>Подготовиться к занятию по защите работ, повторив материал лекционного курса и проработав материал учебно-методического пособия (см. п. 5) по данной теме. В учебно-методической литературе по данной дисциплине приведены вопросы для подготовки к защите лабораторных работ. Затем защитить лабораторную работу.</p> <p>Методические указания по выполнению лабораторных работ см. в УМП из п. 5.</p> |
| <p>Реферат</p> | <p>Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.</p> |

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Использование программного обеспечения:
 1. Microsoft Office Word
 2. Microsoft Office Excel
 3. Программа «Origin 8.0» (Microcalc corp.) демо-версия.

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

Лаборатория ИК- и КР-спектроскопии: Спектрометры и спектрофотометры ДФС-24, Specord M80, Bruker Vertex 80V, СФ-2000, Horiba LabRam HR800 . Наборы оптических компонентов. Компьютеры IBM PC.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Технология активного (контекстного) обучения (моделирование предметного и социального содержания будущей профессиональной деятельности.)

Технология дифференцированного, творческо-репродуктивного обучения (индивидуальное выполнение практических заданий при взаимодействии аспиранта и преподавателя).

Индивидуальные и групповые задания на лабораторных работах. Ключевые лабораторные работы выполняются как индивидуальные научно-исследовательские работы аспирантов: ставится цель и задачи, проводится анализ, пишется отчет и защищается работа.

Лабораторные работы выполняются как научно-исследовательская работа группой аспирантов: проводится анализ проблемы, изучается соответствующая литература, ставится цель и задачи, осваивается экспериментальное оборудование, на котором будут проводиться исследования, проводятся исследования, пишется отчет и работа защищается.

Составители:

Севостьянов О.Г., к.ф.-м.н., доцент кафедры экспериментальной физики КемГУ,
Чиркова И.М., инженер I категории кафедры экспериментальной физики КемГУ.