

Программа утверждена на заседании
Ученого совета Факультета наук о материалах
МГУ имени М.В.Ломоносова
Протокол № 173 от 25 сентября 2014 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Наименование дисциплины (модуля): Оптика твердого тела и фотоника.
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины (модули)».
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-2	З1 (УК-2) Знать методы научно-исследовательской деятельности
ОПК-1	У1 (ОПК-1) Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования
ПК-1, ПК-16	З2 (ПК-1, ПК-16) Знать современные методы исследования оптических материалов У2 (ПК-1, ПК-16) Уметь использовать современные теоретические знания о свойствах оптических материалов и методах их исследования при решении практических задач

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

В специалитете или магистратуре должны быть освоены общие курсы «Математический анализ» и «Физика», а также спецкурс, в котором излагались основы зонной теории электронного строения кристаллов.

8. Формат обучения.

очная форма обучения, лекционные занятия.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (Перечень тем см. Приложения).

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1	54	18					18	18	18	36

Тема 2	50	14					14	18	18	36
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	4					4	4			
Итого	108	32				4	36	36	36	72

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы.

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

- Перечень компетенций: *УК-2, ОПК-1, ПК-1, ПК-16*.
- Описание шкал оценивания: *незачет или зачет*
- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Зачет проводится на основе билетов, включающих теоретические вопросы, и результатов выполнения письменных контрольных заданий. Уровень знаний аспиранта оценивается на «зачтено», «незачтено». Оценка «зачтено» выставляется, если по шкале оценивания учащийся демонстрирует знания умения и владения, соответствующие категориям 3, 4 и 5. В ходе зачета, проводимого в форме индивидуального собеседования, оценивается степень сформированности «знаниевой» компоненты компетенций УК-2, ПК-1 и ПК-16 (знание современного состояния науки в области методов исследования оптических материалов). Частично сформированность умения выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и теоретические методы исследования проверяется при выполнении письменных контрольных заданий, их оценка учитывается как одна из составляющих при выставлении зачета.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	1	2	3	4	5	
31 (УК-2)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания в области методов исследования оптических материалов	Общие, но не структурированные знания в области методов исследования оптических материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области методов исследования оптических материалов	Сформированные систематические в области методов исследования оптических материалов	Зачет в форме индивидуального собеседования
У1 (ОПК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	Сформированное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	письменное выполнение заданий
32 (ПК-1, ПК-16)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о современном состоянии науки в области методов исследования оптических материалов	Неполные знания о современном состоянии науки в области методов исследования оптических материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современном состоянии науки в области методов исследования оптических материалов	Сформированные и систематические знания о современном состоянии науки в области методов исследования оптических материалов	Зачет в форме индивидуального собеседования
У2 (ПК-1, ПК-16)	Отсутствие умений	Интуитивный и не всегда верный выбор методов исследования конкретных оптических материалов	Допускает отдельные ошибки при выборе методов исследования конкретных оптических материалов	Выбирает правильные методы исследования конкретных оптических материалов, но затрудняется предложить научное обоснование своего выбора	Умеет правильно выбирать и обосновывать выбор тех или иных методов исследования конкретных оптических материалов	письменное выполнение заданий

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций - см. Приложения.

12. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной учебной литературы: см. Приложения

Перечень дополнительной учебной литературы: см. Приложения

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: зарубежные журналы Advanced Material ([http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1521-4095](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-4095)), Photonics and Nanostructures (<https://www.journals.elsevier.com/photronics-and-nanostructures-fundamentals-and-applications>) и др. и библиографические базы данных (<http://www.sciencedirect.com>), доступные через Интернет.

Описание материально-технической базы: аудитории для проведения лекционных занятий.

13. Язык преподавания: русский (при необходимости – английский).

1. Дисциплина по выбору. «Оптика твердого тела и фотоника»

2. Преподаватель - доцент С.О. Климонский

3. Аннотация курса:

Состоящий из двух частей спецкурс охватывает широкий круг вопросов, связанных с распространением света в различных твердых средах и упорядоченных композиционных материалах (фотонных кристаллах), а также его взаимодействием с веществом. Первая часть посвящена классической оптике твердого тела и касается вопросов электромагнитной природы света, его отражения, поглощения, рассеяния, дисперсии, оптической анизотропии в твердом теле, электро- и магнитооптики, нелинейной оптики, люминесценции и лазерной генерации. Вторая часть посвящена новому направлению оптики фотонных кристаллов и метаматериалов. Будут рассмотрены известные подходы к формированию фотонных кристаллов, а также особенности структуры и свойств различных фотоннокристаллических материалов, в том числе со структурами типа опала и инвертированного опала, металлических магнитофотонных кристаллов, активных фотоннокристаллических структур и метаматериалов.

4. Тематическое содержание курса

Тема 1	<p>Оптика твердого тела: электромагнитная природа света; отражение, преломление, поглощение, рассеяние; оптическая анизотропия; дисперсия; электро- и магнитооптика; оптика проводящих материалов; нелинейная оптика; люминесценция; лазерная генерация.</p>
Тема 2	<p>Фотоника и фотонные кристаллы: понятие о фотонике и фотонных кристаллах; фотонная зонная структура; синтез фотонных кристаллов; особенности структуры опаловых фотонных кристаллов; активные фотонные кристаллы; металлические фотонные кристаллы, магнитные фотонные кристаллы и метаматериалы.</p>

5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы к зачету:

Вывести формулы Френеля для напряженностей полей отраженного от границы раздела и преломленного лучей.

Вывести формулы для коэффициентов отражения и пропускания при нормальном падении света на границу раздела двух сред.

Изложить теорию аномального скин-эффекта.

Доказать на примере одноосного кристалла, что уравнение оптической индикатрисы и уравнение волновых нормалей Френеля приводят к одинаковым выражениям для фазовых скоростей обыкновенной и необыкновенной световых волн, нормали которых направлены под углом φ к оптической оси.

Воспроизвести вывод формулы Лоренц-Лорентса. Рассчитать оптическую поляризуемость молекул воды ($\alpha = ?$), зная, что $n = 1.33$.

Изложить теорию, связывающую эффект Фарадея с недиагональными членами тензора диэлектрической проницаемости намагниченной среды.

Перечислить параметры, характеризующие свойства сцинтилляторов, объяснить их смысл, дать соответствующие определения.

Изложить микроскопическую теорию нелинейного вклада в показатель преломления для кристалла с кубической нелинейностью.

Описать типы и характеристики твердотельных лазеров (включая полупроводниковые).

Описать принципы конструкции люминесцентных источников света.

Объяснить понятия фотонного кристалла и фотонной зонной структуры.

Рассказать о методах синтеза фотонных кристаллов.

Описать особенности структуры опаловых фотонных кристаллов.

Описать специфику люминесцентных фотонных кристаллов и резонансных структур активных центров.

Описать физические свойства магнитофотонных кристаллов, объяснить физические принципы усиления магнитооптических эффектов в различных по конструкции магнитофотонных структурах.

Объяснить физические принципы усиления взаимодействия света с веществом в фотоннокристаллических структурах, рассказать о многообразии эффектов, возникающих в этой области, и их возможных применениях.

Объяснить понятие метаматериала, описать физические свойства метаматериалов с отрицательным коэффициентом преломления и перспективы их применения.

6. Перечень основной учебной литературы:

- Н.М. Годжаев. Оптика. М.: Высшая школа, 1977.

- В.А. Алешкевич. Оптика. М.: Физматлит, 2010.

- С.О. Климонский, В.В. Абрамова, А.С. Синицкий, Ю.Д. Третьяков. Синтез и особенности структуры фотонных кристаллов на основе опалов и инвертированных опалов. // Успехи химии, 2011, т. 80, № 12, с. 1244-1262.

7. Перечень дополнительной учебной литературы:

- А.К. Звездин, В.А. Котов. Магнитооптика тонких пленок. М.: Наука, 1988.
 - M. Globus et al. Inorganic Scintillators for Modern and Traditional Applications. Kharkiv, 2005.
 - О.А. Василенко. Оптические явления в твердом теле. М.: РХТУ, 2004.
 - Л.В. Тарасов. Четырнадцать лекций о лазерах. М.: ЛИБРОКОМ, 2011.
- А также (на выбор преподавателя) публикации в различных научных периодических изданиях по фотонике и фотонным кристаллам.