


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ



Директор филиала МГУ в г. Сарове
член-корреспондент РАН В.В.Воеводин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины:

НЕЛИНЕЙНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ОПТИКА

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) ОПОП:

Лазерная нелинейная оптика и фотоника

Квалификация «Магистр»

Форма обучения: Очная

Саров 2021 г..

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика в редакции приказа по МГУ от 30 декабря 2020 г. №1366.

Авторы–составители:

Д.ф.-м.н., профессор Макаров Владимир Анатольевич, кафедра общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ

Аннотация к рабочей программе дисциплины

«Нелинейная поляризационная оптика»

Курс «Нелинейная поляризационная оптика» знакомит студентов с общей теорией нелинейного изменения эллиптической поляризации волн при отражении и распространении в жидких и других обладающих пространственной дисперсией кристаллах. Подчеркивается, что нелокальность нелинейного отклика является причиной существенного изменения пороговых условий самофокусировки и других режимов распространения эллиптически поляризованных пучков и импульсов. Обсуждается специфика поляризационной бистабильности и динамического хаоса в различных резонаторных системах с оптически активными средами. Студенты знакомятся с теорией генерации второй гармоники, суммарной частоты, а также БиоКАРС сигнала, возникающего при отражении эллиптически поляризованных волн от поверхности гиротропных сред, учитывающей пространственную дисперсию нелинейного оптического отклика и приповерхностную неоднородность вещества. Обсуждаются новые схемы генерации второй гармоники в объеме нелинейной изотропной нецентросимметричной среды, а также генерация суммарной частоты в изотропной гиротропной среде двумя эллиптически поляризованными соосными пучками. Рассматриваются простейшие задачи нелинейной сингулярной поляризационной оптики и нелинейной оптики жидких кристаллов. Дисциплина читается на 2м году обучения в 1 ом семестре

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Форма обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины «Нелинейная поляризационная оптика» обучающийся кроме знаний предмета получает навыки применения ранее полученных знаний для решения новых научных и практических задач.

Дисциплина читается на 2м году обучения в 1 ом семестре и относится к вариативной части программы.

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

Освоение дисциплин «Электромагнетизм», «Электродинамика», «Оптика», «Математический анализ», «Квантовая механика», «Дифференциальные уравнения», «Теория колебаний», «Теория волн».

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники в своей научно-исследовательской деятельности (СПК-1)	<p>Знать основные законы и направления современных научных исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.</p> <p>Уметь на основе фундаментальных знаний в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники, определять возможные направления научных исследований.</p> <p>Владеть необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников по тематике избранного направления исследования в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.</p>
Способность организовать и планировать физические исследования, ставить конкретные задачи научных исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники и решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования и информационных технологий (СПК-2)	<p>Знать базовые принципы организации научных исследований с использованием информационных технологий, основные методики работы на современном научном оборудовании в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.</p> <p>Уметь используя знания в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники проводить научные исследования.</p> <p>Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов, обобщения, оформления и публичного представления полученных результатов.</p>

<p>Способность определять основные направления внедрения научных результатов в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники (СПК-3).</p>	<p>Знать основные направления инновационного развития в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.</p> <p>Уметь проводить необходимый анализ современных тенденций научных инноваций в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники для подготовки предложений по внедрению полученных научных результатов.</p> <p>Владеть методами обоснования возможного применения полученных научных результатов с учетом современных достижений в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.</p>
---	---

4. **Форма обучения:** очная

5. **Язык обучения:** русский

6. **Содержание дисциплины:**

7. **Объем дисциплины**

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных	объем учебной нагрузки в ак. часах				
		Общая трудоемкость	в том числе ауд. занятий			Самостоятельная работа студентов
			Общая аудиторная нагрузка	Лекций	Семинаров	
Нелинейная поляризационная оптика	2	72	36	18	18	36

8. **Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**

Изучение курса «Нелинейная поляризационная оптика» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса, обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную *1. Параметры эллиптически поляризованного света.* Основные этапы развития нелинейной поляризационной оптики. Эллиптически поляризованная плоская волна. Ее основные характеристики Интенсивность, степень эллиптичности, угол поворота эллипса поляризации и угол, определяющий ориентацию вектора напряженности электрического поля. Их связь с параметрами эллипса поляризации и с комплексными амплитудами циркулярно поляризованных компонент электрического поля.

Параметры Стокса. Их связь с параметрами эллипса поляризации и с комплексными амплитудами циркулярно поляризованных компонент электрического поля распространяющейся плоской волны. Однородно эллиптически поляризованный пучок гауссовой формы с точностью до слагаемых первого порядка малости по углу расходимости. Эллиптически поляризованный импульс. Описание сверхкороткого неоднородно эллиптически поляризованного импульса с помощью годографа вектора напряженности электрического поля.

2. Уравнения Максвелла и материальное уравнение. Локальные и нелокальные нелинейные восприимчивости.

Уравнения Максвелла в подходе Казимира и в подходе Ландау – Лифшица в электродинамике сред с пространственной дисперсией. Материальное уравнение для нелинейной среды в первом приближении по параметру пространственной дисперсии. Локальные и нелокальные нелинейные восприимчивости. Их симметрия по перестановке частот и индексов.

3. Поляризационное самовоздействие света в кристаллах.

Симметричные свойства нелинейной изотропной гиротропной среды. Локальные и нелокальные нелинейные оптические эффекты. Материальные уравнения, необходимые для их описания. Поляризационное самовоздействие эллиптически поляризованной волны в нелинейной изотропной гиротропной среде. Четыре механизма нелинейного оптического поворота и деформации эллипса поляризации света в кристаллах. Физические основы нелинейной поляризационной спектроскопии кристаллов.

4. Поляризационная бистабильность и динамический хаос.

Система уравнений для электрического поля в кольцевом резонаторе с нелинейной изотропной гиротропной средой, описывающая поляризационную бистабильность и динамический хаос. Бифуркационный подход к описанию поляризационной оптической бистабильности. Стационарные поляризационные характеристики кольцевого резонатора с нелинейной изотропной гиротропной средой. Режимы умножений периода колебаний и тонкая структура динамического хаоса в резонаторе с нелинейной изотропной гиротропной средой.

5. Самовоздействие эллиптически поляризованных пучков и импульсов.

Система дифференциальных уравнений для безразмерных ширин парциальных пучков, описывающая самофокусировку эллиптически поляризованного света в изотропной нелинейной гиротропной среде в приосевом приближении. Основные результаты численного исследования самофокусировки эллиптически поляризованного света в изотропной нелинейной гиротропной среде. Преобразование поперечной пространственной когерентности и поляризационных свойств излучения при распространении в нелинейной изотропной гиротропной среде. Система уравнений для безразмерных длительностей парциальных импульсов, описывающая самовоздействие эллиптически поляризованного импульса в изотропной нелинейной гиротропной среде. Характерные зависимости интенсивности, степени эллиптичности и угла поворота главной оси эллипса поляризации в центре импульса от координаты распространения.

6. Эллиптически поляризованные солитоны и кноидальные волны.

Эллиптически поляризованные солитоны и уединенные волны в изотропной нелинейной гиротропной среде с частотной дисперсией второго порядка. Эллиптически поляризованные кноидальные волны в изотропной среде с частотной дисперсией и пространственной дисперсией кубической нелинейности.

7. Генерация суммарной частоты и БиоКАРС сигнала от поверхности нелинейной хиральной среды.

Граничные условия для электромагнитного поля на поверхности нелинейных сред со слабой пространственной дисперсией. Нелинейные поверхностные восприимчивости. Методика расчета сигнала на суммарной частоте от поверхности нелинейной хиральной среды в плосковолновом приближении. Основные характеристики излучения на суммарной частоте, отраженного от поверхности нелинейной хиральной среды в плосковолновом приближении.

Поперечное пространственное распределение поля в пучке второй гармоники от поверхности нелинейной хиральной среды в геометрии нормального падения. Зависимость поляризационных характеристик сигнала на удвоенной частоте от полярного угла в плоскости поперечного сечения. БиоКАРС от поверхности нелинейной хиральной среды в плосковолновом приближении. Генерация суммарной частоты коллинеарными гауссовыми пучками в объеме изотропной гиротропной среды с квадратичной нелинейностью – постановка задачи и основные уравнения.

8. *Генерация второй гармоники и суммарной частоты в объеме изотропной хиральной среды.* Основные особенности поперечного пространственного распределения поля сигнальной волны на суммарной частоте на выходе изотропной гиротропной квадратичной среды при разных условиях взаимодействия волн основного излучения. Условия возникновения генерации второй гармоники в объеме изотропной гиротропной среды с квадратичной нелинейностью.

9. *Особенности изменения поляризации при распространении сверхкороткого импульса.* Описание изменения поляризации импульса без привлечения понятия огибающей. Особенности изменения поляризации при распространении сверхкороткого импульса в кубической среде с нелокальным оптическим откликом вещества.

10. *Сингулярная поляризационная оптика.*

Понятие о сингулярностях поляризации. С-точки и L линии. Топологический заряд. Появление сингулярностей поляризации в сигнальном пучке в задачах нелинейной поляризационной оптики сред с пространственной дисперсией. Характерные особенности самовоздействия и взаимодействия эллиптически поляризованных пучков с сингулярностями поляризации в нелинейных средах с пространственной дисперсией.

11. *Основы нелинейной оптики жидких кристаллов.*

Нелинейные оптические эффекты в жидких кристаллах. Нелинейное изменение поляризации света в изотропной фазе холестерического жидкого кристалла. Наведение геликоидальной структуры в оптически активной жидкости спиральной стоячей волной. Особенности самофокусировки эллиптически поляризованного света в изотропной фазе жидкого кристалла.

работу, заключающуюся в подготовке к лекционным занятиям, выполнения домашних заданий. По вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

№ темы	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические	Семинары	Самостоятельная работа	
1	Параметры эллиптически поляризованного света.	10	3		3	4	Собеседование, опрос
2	Уравнения Максвелла и материальное уравнение.	4	1	-	1	2	

	Локальные и нелокальные нелинейные восприимчивости						
3	Поляризационное самовоздействие света в кристаллах.	8	2	-	2	4	
4	Поляризационная бистабильность и динамический хаос.	8	2		2	4	
5	Самовоздействие эллиптически поляризованных пучков и импульсов.	8	2		2	4	
6	Эллиптически поляризованные солитоны и кноидальные волны.	4	1		1	2	
7	Генерация суммарной частоты и БиоКАРС сигнала от поверхности нелинейной хиральной среды.	10	2		2	4	
8	Генерация второй гармоники и суммарной частоты в объеме изотропной хиральной среды	4	1		1	2	
9	Особенности изменения поляризации при распространении сверхкороткого импульса.	4	1		1	2	
10	Сингулярная поляризационная оптика.	4	2		2	2	
11	Основы нелинейной оптики жидких кристаллов.	4	1		1	2	
	Промежуточная аттестация	4				4	зачет в устной форме
ИТОГО:		72	18	-	18	36	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Нелинейная поляризационная оптика» осуществляется на лекциях и заключается в оценке активности слушателей, качества ответов на вопросы лектора, аргументированности позиции студента, оценивается широта используемых им теоретических знаний. В семестре в конце некоторых лекций проводятся несколько коротких контрольных работ (10 – 15 минут).

Промежуточная аттестация по дисциплине «Нелинейная поляризационная оптика» проводится в форме экзамена. Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как короткий письменный ответ на поставленный вопрос по тематике предыдущей или текущей лекции, рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Короткая письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности.	Перечень вопросов к экзамену

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
ЗНАТЬ: основные законы и направления современных научных исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники. ОПК-3.Б 3-6	Отсутствие знаний основных законов и направлений современных научных исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	В целом успешные, но не систематическое знания основные законы и направления современных научных исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знания основные законы и направления современных научных исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	Успешные и систематическое знания основные законы и направления современных научных исследований в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.
УМЕТЬ: проводить научные исследования,	Отсутствие умения проводить научные исследования,	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое умение проводить

используя знания в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники. ОПК-3.Б У-6	используя знания в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	ое умение проводить научные исследования, используя знания в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	пробелы умение проводить научные исследования, используя знания в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	научные исследования, используя знания в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.
ВЛАДЕТЬ: необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников по тематике избранного направления исследования в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники. ОПК-3.Б В-6	Отсутствие/фрагментарное владение необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников по тематике избранного направления исследования в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	В целом успешное, но не систематическое владение необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников по тематике избранного направления исследования в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников по тематике избранного направления исследования в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.	Успешное и систематическое владение необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников по тематике избранного направления исследования в области лазерной физики, нелинейной оптики и фотоники.

12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся:

Примеры:

1. Чем отличаются материальные уравнения при симметричном подходе и подходе Ландау – Лифшица в электродинамике сплошных сред.
2. Запишите общий вид тензора нелокальной квадратичной восприимчивости изотропной среды, ответственной за процесс генерации суммарной частоты. Какова его симметрия по перестановке индексов.

3. С какими восприимчивостями связаны зависящие от интенсивности изменения состояния поляризации эллиптически поляризованного излучения в изотропной среде с пространственной дисперсией кубической нелинейности.
4. Перечислите основные особенности поперечного пространственного распределения поля сигнальной волны на суммарной частоте на выходе изотропной гиротропной среды с квадратичной нелинейностью
5. Чем отличается самофокусировка эллиптически поляризованного света в нелинейной жидкости от самофокусировки эллиптически поляризованного света в изотропной фазе жидкого кристалла в предпереходной области температур.

13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Материалы промежуточного контроля успеваемости обучающихся в форме экзамена:

1. Основные характеристики эллиптически поляризованной плоской волны. Интенсивность, степень эллиптичности, угол поворота эллипса поляризации и угол определяющий ориентацию вектора напряженности электрического поля. Их связь с параметрами эллипса поляризации и с комплексными амплитудами циркулярно поляризованных компонент электрического поля.
2. Связь параметров Стокса с параметрами эллипса поляризации и с комплексными амплитудами циркулярно поляризованных компонент электрического поля распространяющейся плоской волны.
3. Эллиптически поляризованный пучок гауссовой формы с точностью до слагаемых первого порядка малости по углу расходимости.
4. Эллиптически поляризованный импульс. Описание сверхкороткого неоднородно эллиптически поляризованного импульса с помощью годографа вектора напряженности электрического поля.
5. Уравнения Максвелла в подходе Казимира и в подходе Ландау – Лифшица в электродинамике сред с пространственной дисперсией.
6. Материальное уравнение для нелинейной среды в первом приближении по параметру пространственной дисперсии.
7. Локальные и нелокальные нелинейные восприимчивости. Их симметрия по перестановке частот и индексов.
8. Локальные и нелокальные нелинейные оптические эффекты в нелинейной изотропной гиротропной среде. Материальные уравнения, необходимые для их описания.
9. Поляризационное самовоздействие эллиптически поляризованной волны в нелинейной изотропной гиротропной среде.
10. Четыре механизма нелинейного оптического поворота и деформации эллипса поляризации света в кристаллах.
11. Физические основы нелинейной поляризационной спектроскопии кристаллов.
12. Система уравнений для электрического поля в кольцевом резонаторе с нелинейной изотропной гиротропной средой, описывающая поляризационную бистабильность и динамический хаос.
13. Бифуркационный подход к описанию поляризационной оптической бистабильности.
14. Стационарные поляризационные характеристики кольцевого резонатора с нелинейной изотропной гиротропной средой.
15. Режимы умножений периода колебаний и тонкая структура динамического хаоса в добротном резонаторе с нелинейной изотропной гиротропной средой.
16. Система дифференциальных уравнений для безразмерных ширин парциальных пучков, описывающая самофокусировку эллиптически поляризованного света в изотропной нелинейной гиротропной среде в приосевом приближении.

17. Пороговые условия и характерные режимы распространения эллиптически поляризованного света при его самофокусировке в нелинейной изотропной гиротропной среде в приосевом приближении.
18. Основные результаты численного исследования самофокусировки эллиптически поляризованного света в изотропной нелинейной гиротропной среде.
19. Преобразование поперечной пространственной когерентности и поляризационных свойств излучения при распространении в нелинейной изотропной гиротропной среде.
20. Система уравнений для безразмерных длительностей парциальных импульсов, описывающая самовоздействие эллиптически поляризованного импульса в изотропной нелинейной гиротропной среде.
21. Характерные зависимости интенсивности, степени эллиптичности и угла поворота главной оси эллипса поляризации в центре импульса от координаты распространения. Три режима распространения эллиптически поляризованного импульса в изотропной среде с частотной дисперсией и пространственной дисперсией кубической нелинейности.
22. Эллиптически поляризованные солитоны и уединенные волны в изотропной нелинейной гиротропной среде с частотной дисперсией второго порядка.
23. Эллиптически поляризованные кноидальные волны в изотропной среде с частотной дисперсией и пространственной дисперсией кубической нелинейности. Адиабатический подход к описанию их взаимодействия.
24. Граничные условия для электромагнитного поля на поверхности нелинейных сред со слабой пространственной дисперсией. Нелинейные поверхностные восприимчивости.
25. Методика расчета сигнала на суммарной частоте от поверхности нелинейной хиральной среды в плосковолновом приближении.
26. Основные характеристики излучения на суммарной частоте, отраженного от поверхности нелинейной хиральной среды в плосковолновом приближении.
27. Поперечное пространственное распределение поля в пучке второй гармоники от поверхности нелинейной хиральной среды в геометрии нормального падения. Зависимость поляризационных характеристик сигнала на удвоенной частоте от полярного угла в плоскости поперечного сечения.
28. БиоКАРС от поверхности нелинейной хиральной среды в плосковолновом приближении.
29. Генерация суммарной частоты коллинеарными гауссовыми пучками в объеме изотропной гиротропной среды с квадратичной нелинейностью – постановка задачи и основные уравнения.
30. Основные особенности поперечного пространственного распределения поля сигнальной волны на суммарной частоте на выходе изотропной гиротропной квадратичной среды при разных условиях взаимодействия волн основного излучения.
31. Условия возникновения генерации второй гармоники в объеме изотропной гиротропной среды с квадратичной нелинейностью.
32. Описание изменения поляризации импульса без привлечения понятия огибающей. Особенности изменения поляризации при распространении сверхкороткого импульса в кубической среде с нелокальным оптическим откликом вещества.
33. Понятие о сингулярностях поляризации. S -точки и L линии. Топологический заряд.
34. Появление сингулярностей поляризации в сигнальном пучке в задачах нелинейной поляризационной оптики сред с пространственной дисперсией.
35. Характерные особенности самовоздействия и взаимодействия эллиптически поляризованных пучков с сингулярностями поляризации в нелинейных средах с пространственной дисперсией.
36. Особенности самофокусировки эллиптически поляризованного света в изотропной фазе жидкого кристалла.
37. Нелинейная оптическая активность в изотропной фазе холестерического жидкого кристалла в предпереходной области температур.

14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Основная литература.

1. В. М. Агранович, В. Л. Гинзбург. Кристаллооптика с учетом пространственной дисперсии и теория экситонов. — М.: Наука, 1979.
2. Ю. И. Сиротин, М. П. Шаскольская. Основы кристаллофизики. М.: Наука, 1979.
3. С. М. Аракелян, Ю. С. Чилингарян. Нелинейная оптика жидких кристаллов. М.: Наука, 1984.
4. Н. И. Желудев. Диссертация на соискание ученой степени д.ф.-м.н., МГУ, 1993 г.
5. В. А. Макаров. Диссертация на соискание ученой степени д.ф.-м.н., МГУ, 1998 г.
6. А. А. Голубков. Диссертация на соискание ученой степени д.ф.-м.н., Саратовский университет, 2013 г.
7. А. А. Голубков, В. А. Макаров. УФН, **165**, 339 (1995).
8. С. Н. Волков. Диссертация на соискание ученой степени к.ф.-м.н., МГУ, 1998 г.
9. И. А. Пережогин. Диссертация на соискание ученой степени к.ф.-м.н., МГУ, 2009 г.
10. Н. Н. Потравкин. Диссертация на соискание ученой степени к.ф.-м.н., МГУ, 2014 г.
11. А.Н. Матвеев. Оптика. М.: Высшая школа, 1985. — 353 с:
12. A.A. Golubkov, V.A. Makarov. Spectroscopy of nonlinear gyrotropic medium and surface diagnostics based on polarization effects due to self-action of light. // J. Modern Optics, 1990, v. 37, N 9, p. 1531-1543.
13. V.A. Makarov, V.M. Petnikova, V.V. Shuvalov. Adiabatic approximation and aperiodic dynamics of an elliptically polarized light wave in an isotropic gyrotropic nonlinear medium. // Laser Physics, 2014, v. 24, p. 085405 (8pp).
14. G.A. Gryaznov, V.A. Makarov, I.A. Perezhogin, N.N. Potravkin. Modeling of nonlinear optical activity in propagation of ultrashort elliptically polarized laser pulses. // Physical review E, 2014, v. 89, 013306.
15. K.S. Grigoriev, V.A. Makarov, I.A. Perezhogin. Polarization singularities in a sum-frequency light beam generated by a bichromatic singular beam in the bulk of an isotropic nonlinear chiral medium. // Physical Review A, 2015, v. 92, p. 023814 (7).
16. V.A. Makarov. "Nonlinear Optics with Elliptically Polarized Singular Beams and Short Pulses in Media with Spatial Dispersion" in book "Quantum Photonics: Pioneering Advances and Emerging Applications", Springer Series in Optical Sciences, 2019, volume 217, pp.. 317-384.

Дополнительная литература

1. S.V. Popov, Yu.P. Svirko, N.I. Zhelydev «Susceptibility tensor for nonlinear optics», IOP, 1995.
2. S.A. Akhmanov, G.A. Lyakhov, V.A. Makarov, V.I. Zharikov. Optica Acta, 1982, v. 29, N 10, p. 1359.
3. В.А. Макаров. Нелинейная оптика: история, настоящее и будущее. // Вестник РАН, 2011, т. 81, № 6, с. 528-535.

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п.5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика».

Для лекционной части курса требуются аудитория, оборудованная мультимедийным проектором, интерактивной доской, и управляющим компьютером. Также необходимо наличие экрана и обычной учебной доски.