

Рабочая программа дисциплины

1. Название дисциплины: "Оптика фотонных кристаллов".
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки: 03.06.01 «Физика и Астрономия». Научная специальность: 01.04.05 «Оптика», 01.04.03 «Радиофизика», 01.04.21 «Лазерная физика».
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: курс относится к дисциплинам научной специальности вариативной части Блока 1, по результатам освоения которых обучающиеся сдают кандидатский экзамен по научной специальности.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1	<i>З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i> <i>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при исследованиях взаимодействия электромагнитного излучения с фотонными кристаллами.</i>

	<p><i>В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (оптика, радиофизика, лазерная физика).</i></p>
<p>УК-3</p>	<p><i>З1 (УК-3) Знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i></p> <p><i>У1 (УК-3) Уметь следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами..</i></p> <p><i>В1 (УК-3) Владеть навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i></p>

УК-5	<p><i>З1 (УК-5) Знать содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере применения физических методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i></p> <p><i>У1 (УК-5) Уметь формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере применения физических методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i></p> <p><i>В1 (УК-5) Владеть приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач в сфере применения физических методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i></p>
ОПК-1	<p><i>Знать физические принципы основных методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с</i></p>

	<p>периодическими средами. Уметь применять физические теории к описанию соответствующих методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами. Владеть методиками построения моделей, описывающих методы исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</p>
--	---

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 составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 6 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия и т.п.), 2 часа групповые консультации, 6 часов индивидуальные консультации, 4 часа мероприятия текущего контроля успеваемости, 36 часов мероприятия промежуточной аттестации), 60 часов составляет самостоятельная работа аспиранта. Форма отчетности по всем дисциплинам зачет с оценкой.

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

8. Формат обучения: очный, дистанционное обучение не предусмотрено.

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

Наименование и краткое содержание	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с	Самостоятельная работа

разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		преподавателем), часы из них					обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
<i>Тема 1. Введение. Линейные и нелинейные оптические эффекты, возникающие при распространении оптического излучения в фотонных кристаллах (ФК). Распространение электромагнитных волн в периодических средах. Формализм блоховских волн, теорема Флоке-Блоха, уравнения для амплитуд блоховских волн, уравнение</i>	10	4			2		6	4		4

<p>дисперсии, фотонная запрещенная зона. Метод медленно меняющихся амплитуд. Граничная задача, укороченные уравнения для амплитуд, дисперсионная кривая.</p>										
<p>Тема 2. Точное решение для величины электрического поля в слоистой среде. Дисперсионное уравнение для слоистой среды, эффективный волновой вектор, эффективный показатель преломления. Метод рекуррентных соотношений Паррата (метод матриц переноса излучения). Увеличение плотности энергии электрического поля на краю фотонной запрещенной зоны. Брэгговская дифракция по схеме Лауэ. Эффект Бормана, явление</p>	10	4				4	4	2	6	

<i>дифракционного деления лазерных импульсов в фотонных кристаллах.</i>										
<i>Тема 3. Нелинейные оптические явления в ФК с квадратичной нелинейностью. Квазисинхронизм и несинхронное усиление эффективности генерации сигналов суммарной частоты в нелинейных ФК. Эффективная генерация сигнала суммарной частоты в ФК. Метод матриц переноса излучения для нелинейной задачи. Динамика генерации сигнала второй гармоники в ФК. Динамические уравнения и их решения.</i>	32	8	4		2	2	16	12	4	16
<i>Тема 4 Брэгговские солитоны в ФК с кубической нелинейностью. Солитоны в</i>	8	4					4	4		4

<p><i>оптических решетках. Дискретные солитоны. Нелинейные оптические явления в резонансных ФК (РФК). Двухволновые уравнения Максвелла- Блоха для дискретного РФК. Уравнение синус- Гордон, стационарные решения.</i></p>										
<p><i>Тема 5 Нелинейное подавление полного брэгговского отражения. Брэгговские солитоны самоиндуцированной прозрачности в РФК. Модифицированные полностью интегрируемые динамические уравнения и методы их решения. Осциллирующие солитоноподобные импульсы. Взаимодействие брэгговских солитонов с возмущением.</i></p>	10	4		2		6	4			4

<i>Оптический зумерон.</i>										
<i>Тема 6. Нелинейная дифракция в Лауэ-геометрии. Обобщенные двухволновые уравнения Максвелла-Блоха. Нелинейный эффект дифракционного деления импульсов в ФК. Лауэ-солитон. Непрерывные РФК. Брэгговские солитоны в гармонических РФК и резонансных брэгговских отражателях.</i>	22	6	2	2		2	12	8	2	10
Промежуточная аттестация										
Итого	92	30	6	2	6	4	48	36	8	44

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине.

Практическая самостоятельная работа аспиранта проводится в виде самостоятельной проработки тем дисциплины по предложенным аспирантам учебным материалам (см. в п.12 перечень основной и дополнительной учебной литературы, а также перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»). Текущий контроль осуществляется путем индивидуального обсуждения с преподавателем выполненного ПСР или путем групповой дискуссии в группе аспирантов при участии преподавателя. Типовые задания для ПСР определяются списком вопросов и заданий по курсу, приведенным в п.12:

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания				ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ *
	2	3	4	5	
<i>З1 (УК-1) Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i>	<i>Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</i>	<i>Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач</i>	<i>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных.</i>	<i>Сформированные систематические знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных</i>	<i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</i>
<i>У1 (УК-1) Уметь анализировать альтернативные варианты решения</i>	<i>Частично освоенное умение анализировать альтернативные</i>	<i>В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ</i>	<i>В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ</i>	<i>Сформированное умение анализировать альтернативные</i>	<i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на</i>

<p>исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов при исследовании взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами..</p>	<p>варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов</p>	<p>альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей и реализации этих вариантов</p>	<p>альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей и реализации этих вариантов</p>	<p>варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши и реализации этих вариантов</p>	<p>вопросы, рейтинг</p>
<p>В1 (УК-1) Владеть навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (оптика, радиофизика, лазерная физика).</p>	<p>Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>З1 (УК-3) Знать особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной</p>	<p>Фрагментарные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной</p>	<p>Неполные знания особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме, при работе в</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных особенностей представления результатов научной</p>	<p>Сформированные и систематические знания особенностей представления результатов научной деятельности в</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

<p><i>форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i></p>	<p><i>форме</i></p>	<p><i>российских и международных коллективах</i></p>	<p><i>и деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</i></p>	<p><i>устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</i></p>	
<p>У1 (УК-3) Уметь <i>следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</i></p>	<p><i>Фрагментарное следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</i></p>	<p><i>В целом успешное, но не систематическое следование нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</i></p>	<p><i>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение следовать основным нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</i></p>	<p><i>Успешное и систематическое следование нормам, принятым в научном общении, для успешной работы в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач</i></p>	<p><i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</i></p>
<p>В1 (УК-3) Владеть <i>навыками анализа основных мировоззренческих и</i></p>	<p><i>Фрагментарное применение навыков анализа основных мировоззренческих и</i></p>	<p><i>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных</i></p>	<p><i>В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение</i></p>	<p><i>Успешное и систематическое применение навыков анализа основных</i></p>	<p><i>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на</i></p>

<p>методологических проблем, в т.ч. междисциплинарно о характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах в области физики взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</p>	<p>методологических проблем, в т.ч. междисциплинарно о характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарно о характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>навыков анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарно о характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарно о характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах</p>	<p>вопросы, рейтинг</p>
<p>31 (УК-5) Знать содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда в сфере</p>	<p>Допускает существенные ошибки при раскрытии содержания процесса целеполагания, его особенностей и способов реализации.</p>	<p>Демонстрирует частичные знания содержания процесса целеполагания, некоторых особенностей профессионального развития и самореализации личности, указывает способы реализации, но не может обосновать возможность их использования в</p>	<p>Демонстрирует знания сущности процесса целеполагания, отдельных особенностей процесса и способов его реализации, характеристик профессионального развития личности, но не выделяет критерии выбора способов целереализации при решении</p>	<p>Раскрывает полное содержание процесса целеполагания, всех его особенностей, аргументированно обосновывает критерии выбора способов профессиональной и личностной целереализации при решении профессиональных задач.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

<p>применения физических методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</p>		<p>конкретных ситуациях.</p>	<p>профессиональных задач.</p>		
<p>У1 (УК-5) Уметь формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей в сфере применения физических методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</p>	<p>Имея базовые представления о тенденциях развития профессиональной деятельности и этапах профессионального роста, не способен сформулировать цели профессионального и личного развития.</p>	<p>При формулировке целей профессионального и личного развития не учитывает тенденции развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностные особенности.</p>	<p>Формулирует цели личного и профессионального развития, исходя из тенденций развития сферы профессиональной деятельности и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной социализации.</p>	<p>Готов и умеет формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>В1 (УК-5) Владеть</p>	<p>Владеет</p>	<p>Владеет отдельными</p>	<p>Владеет приемами и</p>	<p>Демонстрирует</p>	<p>Индивидуальное</p>

<p>приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач в сфере применения физических методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</p>	<p>отдельными приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, допуская ошибки при выборе приемов и технологий и их реализации.</p>	<p>приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, давая не полностью аргументированное обоснование предлагаемого варианта решения.</p>	<p>технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению стандартных профессиональных задач, полностью аргументируя предлагаемые варианты решения.</p>	<p>владение системой приемов и технологий целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению нестандартных профессиональных задач, полностью аргументируя выбор предлагаемого варианта решения.</p>	<p>собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>ОПК-1. Знать физические принципы основных методов исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.</p>	<p>Допускает существенные ошибки при описании соответствующих методов.</p>	<p>Допускает отдельные ошибки при описании соответствующих методов.</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов в стандартных ситуациях.</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при описании соответствующих методов нестандартных ситуациях.</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>
<p>ОПК-1. Уметь применять физические теории к описанию соответствующих физических методов</p>	<p>Допускает существенные ошибки при применении соответствующих методов.</p>	<p>Допускает отдельные ошибки при применении соответствующих методов.</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих методов в стандартных</p>	<p>Демонстрирует знание сущности при применении соответствующих методов нестандартных</p>	<p>Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг</p>

исследования взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами.			ситуациях.	ситуациях.	
ОПК-1. Владеть методиками построения моделей, описывающих взаимодействия электромагнитного излучения с периодическими средами..	Допускает существенные ошибки при использовании соответствующих методов.	Допускает отдельные ошибки при использовании соответствующих методов.	Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих методов в стандартных ситуациях.	Демонстрирует знание сущности при использовании соответствующих методов нестандартных ситуациях.	Индивидуальное собеседование, письменные ответы на вопросы, рейтинг

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

Вопросы и задания по курсу:

1. Распространение электромагнитных волн в периодических средах. Волновое уравнение, теорема Флоке-Блоха.
2. Формализм блоховских волн. Уравнения для амплитуд блоховских волн.
3. Двухволновое приближение, условие Брэгга, дисперсионное уравнение, закон дисперсии, фотонная запрещенная зона.
4. Метод медленно меняющихся амплитуд. Граничная задача. Укороченные уравнения для амплитуд встречных волн. Брэгговское отражение, дисперсионная кривая.
5. Дисперсионное уравнение и дисперсионная кривая в случае распространения излучения в слоистой среде, $k_{ef}(\omega)$, $n_{ef}(\omega)$.
6. Точное решение для величины напряженности электрического поля в слоистой среде. Метод рекуррентных соотношений. Увеличение плотности энергии электрического поля на краю ФЗЗ.
7. Генерация сигналов суммарной и разностной частот, условие фазового синхронизма в сплошных средах. Повышение эффективности параметрического преобразования частоты в ФК с квадратичной нелинейностью: квазисинхронизм и несинхронное усиление эффективности генерации нелинейных сигналов.

8. Эффективная генерация сигнала суммарной частоты в ФК. Метод рекуррентных соотношений (матриц переноса излучения) для нелинейной задачи.
 9. Модель дискретного резонансного ФК (РФК). Двухволновые уравнения Максвелла-Блоха для дискретного РФК.
 10. Уравнение *sin*-Гордон для РФК, солитонное решение. Брэгговские солитоны самоиндуцированной прозрачности в РФК, их свойства.
 11. Возмущенное уравнение *sin*-Гордон для РФК, решение методом инвариантов движения (вариации постоянных).
 12. Нестационарные нелинейные уединенные волны (плененные возмущенные солитоны) в линейно запрещенной зоне РФК.
 13. Брэгговская дифракция по схеме Лауэ. Понятие об эффекте Бормана в рентгеновской оптике. Явление деления лазерных импульсов в ФК.
 14. Нелинейная дифракция в Лауэ-геометрии. Обобщенные двухволновые уравнения Максвелла-Блоха.
 15. Нелинейный эффект дифракционного деления импульсов в ФК. Лауэ-солитон в РФК.
- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения
Презентации методических материалов к основным разделам и темам дисциплины. Доступны для обучающихся на сайте научной группы после изложения соответствующего раздела дисциплины.

12. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Б.И.Манцызов, «Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов» (М., Физматлит, 2009).
2. Ю.Кившарь, Г.Агравал, «Оптические солитоны. От волоконных световодов к фотонным кристаллам» (Физматлит, 2005).
3. Л.М.Бреховских, «Волны в слоистых средах» (М., Наука, 1973).
4. А.Ярив, П.Юх, «Оптические волны в кристаллах» (М., Мир, 1987).
5. Joannopoulos J.D., Johnson S.G., Winn J.N., and Meade R.D. "Photonic Crystals: Molding the Flow of Light" (Princeton University Press, 2008).
6. Lourtioz J.M., Benisty H., Berger V., Gerard J.M., Maystre D., and Tcheltnokov A. "Photonic Crystals: Towards Nanoscale Photonic Devices" (Springer, Berlin, 2005).

Дополнительная литература

1. З.Г.Пинскер, «Рентгеновская кристаллооптика» (М.: Наука, 1982).

2. K.Busch, G. Von Freymann, S.Linder et al, "Periodic nanostructures for photonics", *Physics Reports*, v. 444, p.101-202 (2007).
3. F.Lederer, G.I.Stegeman, D.N.Christodoulides et al, "Discrete solitons in optics", *Physics Reports* 463, 1-126 (2008).
4. G.Kurizki, A.Kozhokin, T.Opatrny, B.Malomed, "Optical solitons in periodic media with resonant and off-resonant nonlinearities", *Progress in Optics V.42*, ed. E. Wolf, 93-140 (2001).
5. M.M.Fejer, G.A.Magel, D.H.Jundt, and R.L.Byer, *IEEE J. Quantum Electron.* **28**, 2631 (1992).

Периодическая литература

1. S. E. Svyakhovskiy, A. A. Skorynin, V. A. Bushuev, S. V. Chekalin, V. O. Kompanets, A. I. Maydykovskiy, T. V. Murzina, and B. I. Mantsyzov, "Experimental demonstration of selective compression of femtosecond pulses in the Laue scheme of the dynamical Bragg diffraction in 1D photonic crystals", *Optics Express* **22**, 25, 31002-31007 (2014).
2. S. E. Svyakhovskiy, A. A. Skorynin, V. A. Bushuev, S. V. Chekalin, V. O. Kompanets, A. I. Maydykovskiy, T. V. Murzina, V. B. Novikov, and B. I. Mantsyzov, "Polarization effects in diffraction-induced laser pulse splitting in one-dimensional photonic crystals", *J. Opt. Soc. Am. B* **30**, 5, 1261-1269 (2013).
3. Svyakhovskiy S.E., Kompanets V.O., Mailykovskiy A.I., Murzina T.V., Chekalin S.V., Bushuev V.A., Skorynin A.A., Mantsyzov B.I. "Observation of the temporal Bragg-diffraction-induced laser pulse splitting in a linear photonic crystal", *Phys.Rev.A* **86**, 013843-1-4 (2012).
4. Скорынин А. А., Бушуев В. А., Манцызов Б. И. «Динамическая брэгговская дифракция оптических импульсов в фотонных кристаллах в геометрии Лауэ: дифракционное деление, селективное сжатие и фокусировка импульсов», *ЖЭТФ* **142**, №1, 64-76 (2012).
5. S.Schutzmann, I.Venditti, P.Proposito et al., "High-energy angle resolved reflection spectroscopy on three-dimensional photonic crystals of self-organized polymeric nanospheres", *Opt. Express* **16**, 2, 897-907 (2008).
6. M.Scalora, D.deCeglia, G.D'Aguzzo et al. "Gap solitons in a nonlinear quadratic negative-index cavity", *Phys. Rev. E* **75**, 066606 (2007).
7. S. Ha, A.A.Sukhorukov, Yu.S.Kivshar, "Slow-light switching in nonlinear Bragg-grating couplers", *Opt. Lett.* **32**, 11, 1429-1431 (2007).
8. A.Sukhorukov, D.Neshev, A.Dreischuh et al., "Observation of polychromatic gap solitons", *Opt. Express* **16**, 9, 5991-5996 (2008).
9. Benton C.J., Skryabin D. *Optics Express.* **17**, 5879 (2009).

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт "Photonic & Sonic Band-Gap Bibliography", <http://phys.lsu.edu/~jpdowling/pbgbib.html>.
2. Сайт Solitons Home Page <http://www.ma.hw.ac.uk/solitons/index.html>.

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):
- Описание материально-технической базы.
Проекторное оборудование, ноутбук и маркерная доска.

13. Язык преподавания. *Русский.*

14. Преподаватель (преподаватели). *Манцызов Борис Иванович, профессор, доктор физ.-мат. наук, кафедра общей физики.*