

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Самарского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ ФИАН)



В.С. Казакевич

07 декабря 2016 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Самарского филиала Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук на диссертацию Савельева Максима Валерьевича **«Пространственные и временные характеристики четырехволнового преобразователя излучения в двухкомпонентной среде»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика

1. Актуальность темы

Четырехволновые преобразователи излучения как оптические устройства, осуществляющие преобразование световых полей в реальном времени, привлекают к себе пристальное внимание в связи с возможностью использования их в системах адаптивной оптики для коррекции фазовых искажений, в системах обработки информации, при осуществлении математических операций, в квантовой криптографии, для сверхскоростной оптической обработки сигналов и т.д.

Для решения перечисленных задач необходимо нахождение однозначной связи между комплексными амплитудами взаимодействующих в нелинейной среде волн, определение энергетических, пространственных, временных характеристик четырехволновых преобразователей, вид которых зависит от параметров нелинейной среды, в которой реализуется четырехволновое взаимодействие.

К настоящему времени достаточно подробно изучено соответствие между комплексными амплитудами падающей на четырехволновой преобразователь (сигнальной) волны и волны, отраженной преобразователем (объектной волны), в средах с керровским, тепловым, резонансным механизмами нелинейности. Многокомпонентные среды, содержащие частицы микро- и наноразме-

ров, эффективны для реализации четырехволновых взаимодействий с использованием излучения малой интенсивности в широком диапазоне длин волн. В таких средах при записи динамических решеток необходимо одновременно учитывать явления термодиффузии, электрострикции, эффекты Дюфура, Соре, которые оказывают существенное влияние на характеристики четырехволновых преобразователей.

В этой связи тема диссертации Савельева М.В., посвященная исследованию пространственных и временных характеристик четырехволнового преобразователя излучения в двухкомпонентной среде, является **актуальной**, а результаты, приведенные в диссертации, имеют научное и практическое значение.

2. Новые научные результаты, полученные в диссертационной работе

Основные оригинальные научные результаты работы, обосновывающие защищаемые положения, можно сформулировать следующим образом:

1. В приближении заданного поля по волнам накачки получены и проанализированы выражения для пространственных, пространственно-временных спектров объектной волны в прозрачной двухкомпонентной среде, содержащей частицы микро- или наноразмеров, при вырожденном, квазивырожденном четырехволновом взаимодействии в схемах со встречными и с попутными волнами накачки. Показано, что наличие явления электрострикции и эффекта Дюфура в таких средах приводит к «вырезанию» в спектре сигнальной волны полосы пространственных частот вблизи пространственных частот волн накачки. С учетом расходимости волн накачки, отличия от единицы отношения их волновых чисел при четырехволновом взаимодействии наблюдается фильтрация не только высоких, но и низких пространственных частот.

2. При малом коэффициенте отражения (преобразования) получены зависимости полуширины полосы вырезанных четырехволновым преобразователем излучения пространственных частот, ширины полосы наиболее эффективно преобразуемых пространственных частот от характеристик нелинейной среды, поворота и расходимости волн накачки, отношения их волновых чисел. Получены аналитические выражения, связывающие ширину полосы наиболее эффективно преобразуемых пространственных частот с поворотом и расходимостью волн накачки.

3. Для вырожденных четырехволновых преобразователей излучения в схемах со встречными и с попутными волнами накачки получены зависимости коэффициентов отражения (преобразования), полуширин полос вырезанных четы-

рехволновым преобразователем пространственных частот от интенсивности волн накачки. Для вырожденного четырехволнового преобразователя в схеме со встречными волнами накачки найдено аналитическое выражение, связывающее полуширину полосы вырезанных пространственных частот и коэффициент отражения.

4. Для шестиволнового преобразователя излучения на тепловой нелинейности, осуществляющего удвоенное обращение волнового фронта сигнальной волны, показано, что угловой поворот плоских волн накачки не влияет на полуширину углового спектра объектной волны. Получена зависимость полуширины углового спектра волны с удвоенным обращенным волновым фронтом от толщины нелинейного слоя.

3. Значимость результатов, полученных в диссертации, для науки и практики

Полученные в работе выражения, однозначно связывающие пространственные спектры взаимодействующих волн, позволили проанализировать пространственную селективность четырехволновых преобразователей излучения в двухкомпонентной среде, содержащей частицы микро- и наноразмеров, определить влияние на пространственные и временные характеристики таких преобразователей параметров нелинейной среды, схемы взаимодействия, характеристик волн накачки.

Проведенные исследования позволяют оптимизировать процесс записи в двухкомпонентной нелинейной среде динамических решеток, ответить на вопрос, при каких условиях наличие в оптической системе четырехволнового преобразователя излучения, обращающего волновой фронт, улучшает параметры этой системы.

4. Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается корректностью используемых физических приближений, строгостью математических преобразований, использованием и развитием подходов, апробированных в нелинейной оптике и теории многоволновых взаимодействий, согласованностью с результатами исследований пространственной селективности четырехволновых преобразователей излучения в средах с керровской и тепловой нелинейностями, полученных другими авторами.

5. Рекомендации по использованию результатов диссертации

Полученные в диссертации научные результаты исследований рекомен-

дуются использовать в:

1. Самарском филиале ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева РАН,
2. ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева,
3. Белорусском государственном университете,
4. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения»,
5. ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

6. Замечания по диссертации

1. Анализ пространственной селективности четырехволнового преобразователя в схеме с попутными волнами накачки при больших коэффициентах преобразования проведен при угле падения волн накачки на нелинейную среду 10^{-3} рад. Представляется целесообразным проведение подобных численных расчетов и для других углов падения.
2. При рассмотрении влияния пространственной структуры волн накачки на качество обращения волнового фронта необходимо исследовать не только случай регулярного изменения поперечной структуры (изменение пространственного спектра по гауссову закону), но и случай, когда поперечная структура волн накачки меняется случайным образом.
3. Уравнения записаны для сплошных сред, однако нет анализа при каких размерах и концентрациях микрочастиц это корректно.

7. Оценка диссертации в целом

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы, которая является завершенным исследованием и соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Все основные результаты диссертационной работы отражены в публикациях автора, включая **10** статей в ведущих рецензируемых журналах, внесенных в Перечень журналов и изданий, утвержденных ВАК. Содержание диссертации соответствует содержанию опубликованных работ. Полученные в работе результаты соответствуют поставленным целям, соответствие темы диссертации и научной специальности не вызывает

сомнений. Автореферат диссертации правильно отражает ее содержание.

По выбранной теме, характеру проведенных исследований, полученным результатам рассматриваемая диссертация Савельева М.В. соответствует специальности 01.04.05 – Оптика и является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития теории многоволновых взаимодействий. Таким образом, диссертационная работа Савельева М.В. удовлетворяет требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Отзыв подготовлен:

старший научный сотрудник
Самарского филиала ФГБУН
Физического института им. П.Н. Лебедева
Российской академии наук, к.ф.-м.н.

П.А. Михеев

Михеев Павел Анатольевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Самарского филиала ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Адрес: 443011, Самара, ул. Ново-Садовая, 221
телефон: +7 (846) 3359560
эл. адрес: mikheyev@fian.smr.ru

Самарский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (СФ ФИАН).

Адрес: 443011, Самара, ул. Ново-Садовая, 221
телефон: +7 (846) 3341481
сайт: <http://www.fian.smr.ru>; эл. адрес: laser@fian.smr.ru

Диссертационная работа и отзыв были рассмотрены и одобрены на заседании Учёного совета Самарского филиала ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (протокол №7 от 07 декабря 2016 г.)

Ученый секретарь
СФ ФИАН, д.т.н.



С.И. Ярьско