

ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук Рыжикова Платона Сергеевича на тему:
“Энергия, импульс и угловой момент электромагнитного поля в средах с
нелокальным нелинейным оптическим откликом”
по специальности 1.3.19 – «Лазерная физика»

Диссертация П.С. Рыжикова посвящена теоретическому исследованию особенностей энергии, импульса и углового момента электромагнитного поля, обусловленных его распространением в среде, отклик которой на внешнее поле обладает пространственной нелокальностью. Тема диссертации несомненно важна как сама по себе, так и для многих приложений. В первой главе диссертации рассматривается нелинейная поляризация среды, обладающей нелокальностью оптического отклика, под действием многокомпонентного электрического поля. Входящие в неё компоненты поля разлагаются в ряд Тейлора по степеням расстояния с удержанием только нулевого и первого порядков разложения. Нулевой порядок разложения интерпретируется как вклад в локальную поляризацию, а первый порядок, содержащий производную по координате от напряженности поля, как вклад в нелокальную поляризацию среды. Затем рассматривается случай вырожденных, т.е. совпадающих или только отличающихся знаком частот компонентов поля, и находятся тензоры нелинейных локальных и нелокальных поляризационных восприимчивостей среды. Описаны свойства симметрии восприимчивостей, обусловленные выполнением законов сохранения энергии и импульса в электромагнитного поля в среде.

Во второй главе диссертации рассматриваются связанные с нелокальностью нелинейного оптического отклика однородных сред добавки к плотностям и плотностям потоков энергии и импульса электромагнитного поля, образующим тензор энергии-импульса Минковского. Получение

аналитических выражений для этих добавок основано на использовании полученных в первой главе соотношений внутренней симметрии. Основной результат главы продолжает известную в литературе тенденцию: учёт пространственной дисперсии не приводит к принципиальному изменению выражений для плотностей энергии и импульса поля, меняя лишь выражения для входящих в них компонент поляризации среды, однако приводит к возникновению принципиально новых слагаемых в выражениях для компонент плотностей потоков энергии и импульса. В качестве примеров приводятся выражения для связанных с нелокальным квадратичным и кубическим по полю оптическим откликом сред произвольной пространственной симметрии компонент тензора энергии-импульса Минковского в процессах генерации удвоенной и утроенной частот, а также самовоздействия света. Глава завершается численной оценкой наибольших по величине компонент тензора энергии-импульса электромагнитного поля, связанных с самовоздействием гауссова пучка в изотропной гиротропной среде. Эта оценка позволила показать, что в такой среде между двух пучков с одинаковой интенсивностью и противоположными состояниями поляризации длина самофокусировки оказывается меньше у пучка, обладающего большей энергией благодаря гиротропным свойствам среды.

Третья глава диссертации посвящена выводу аналитических выражений для компонент плотности и плотности потока углового момента электромагнитного поля в средах с нелокальным нелинейным оптическим откликом. Эти выражения выводятся на основе результатов, полученных в первой и второй главах. Учёт нелокальности оптического отклика сред приводит только к изменению выражения для поляризации, входящего в определение плотности углового момента поля, тогда в выражении для плотности потока углового момента появляются принципиально новые слагаемые, лишь часть из которых пропорциональна связанным с нелокальностью отклика среды слагаемым в выражении для плотности потока импульса. П.С. Рыжиков также провёл разделение плотности и

плотности потока углового момента света в средах, обладающих нелокальным нелинейным оптическим откликом, на орбитальную и спиновую составляющие. Проведя это разделение для плотностей, а не интегральных значений углового момента света и его потока, он показал, что помимо этих двух компонент эти величины содержат третью компоненту, которая, тем не менее, не оказывает влияния на интегральные величины. В последнем разделе главы производится численная оценка плотности и плотности потока спиновой составляющей углового момента на оси гауссова пучка при его самофокусировке в изотропной гиротропной среде. Одним из интересных результатов этой оценки является существование ненулевой спиновой составляющей углового момента у излучения с линейной поляризацией, если оно распространяется в среде с нелокальностью оптического отклика.

Оригинальность и достоверность результатов подтверждается публикациями в рецензируемых международных журналах. Автореферат диссертации полностью раскрывает её содержание.

Все полученные автором результаты являются интересными, новыми и значимыми для физики распространения в среде сильных электромагнитных полей.

В качестве замечаний по диссертации, отмечу, что широко используемый в тексте термин “внутренняя симметрия” кажется слегка странным, т.к. если есть внутренняя симметрия, то можно подумать, что должна быть и внешняя, а также внутри чего находится объект внутренней симметрии. Далее, с трудом воспринимаются некоторые полученные формулы длиной в полторы страницы (стр. 49-50) без единого слова текста в промежутке. Ну и, наконец, хотелось бы увидеть в тексте не только два, но и больше иллюстративных рисунков типа Рис. 2.1 (стр. 64) и Рис. 3.1 (стр. 90).

Вместе с тем, разумеется, указанные замечания не умаляют достоинств выполненного исследования. Все полученные автором результаты являются

интересными, новыми и значимыми для физики распространения в среде сильных электромагнитных полей. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.3.19. Лазерная физика (по физико-математическим наукам), а именно следующим ее направлениям:

3. Нелинейная оптика; генерация гармоник и суперконтинуума; вынужденные рассеяния; нелинейно-оптические материалы; фотонные кристаллы и устройства, и 4. Оптические материалы и устройства; голография; интегральная оптика; микроскопия; оптические сенсоры, измерения и метрология; плазмоника и оптика поверхности; физическая оптика, а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертация оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Рыжиков Платон Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,

главный научный сотрудник Отдела ТИАМ ЦЕНИ

ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им.

А.М. Прохорова Российской академии наук»

 М.В. Федоров

20.11.2024

Контактные данные оппонента: Федоров Михаил Владимирович,
Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН,
главный научный сотрудник Отдела ТИАМ ЦЕНИ
Адрес места работы: 119991, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38
Тел.: +7(499)5038777, доб. 257, e-mail: fedorov@ran.gpi.ru
Специальность, по которой официальным оппонентом в 1982 г. была
защищена докторская диссертация 01.04.21 – Лазерная физика