

## Проблемы рассеяния лазерного излучения в фотонике и биофотонике

И.В.Меглинский, В.Л.Кузьмин, А.В.Приезжев

Специальные выпуски журнала «Квантовая электроника» № 11 и 12 за 2006 год и № 1 за 2007 год посвящены рассмотрению эффектов многократного рассеяния оптического/лазерного излучения в случайно-неоднородных средах применительно к различным задачам фотоники и биофотоники.

В последние годы в связи с интенсивным развитием высоких технологий наблюдается устойчивая тенденция ко все более широкому применению в различных областях науки и техники лазерных/оптических систем и оптоэлектронных приборов для диагностики случайно-неоднородных сильнорассеивающих сред. К таким средам относятся турбулентная атмосфера, океан, туман, дождь, снег, пыль, дым, промышленные аэрозоли и спреи, гели, образцы крови и биоткани, молочные и растительные продукты, полимеры, жидкие кристаллы, коллоидные среды, бумага и др. Примерами решаемых диагностических задач являются воспроизведение, обработка и передача изображения внутренней структуры исследуемых объектов (оптическая томография), определение таких важных физиологических параметров организма, как содержание кислорода, глюкозы и других веществ в крови по характеру распространения и рассеяния света в тканях и многое другое.

Широкий круг научных и технологических направлений, основанных на генерации, детектировании, преобразовании и распространении света в различных средах, получил название «фотоника» (по аналогии с «электроникой»), т. к. именно фотоны являются здесь носителями полезной информации, позволяющей, в частности, восстановить изображение внутренней структуры исследуемой среды. В связи с интенсивным использованием оптических методов в биологии и медицине в последние годы появилось новое направление исследований – биофо-

тоника. В настоящее время развитие биофотоники связано с созданием принципиально новых методов неинвазивной диагностики и лазерной/оптической томографии и с их непосредственным использованием в современных медицинских и биологических исследованиях.

Развитие фотоники и биофотоники основано на решении фундаментальной проблемы описания распространения и рассеяния электромагнитного излучения оптического диапазона в случайно-неоднородных сильнорассеивающих средах. Это описание, как правило, основано на одном из двух подходов. Последовательный, полевой подход состоит в решении волнового уравнения Максвелла для случайной конфигурации рассеивателей в диэлектрической среде с последующим усреднением. Преимуществом такого подхода является изначальный учет свойств когерентности излучения, однако его сложность заключается в том, что из-за высокой плотности и случайно-неоднородного распределения частиц, что характерно для большинства упомянутых выше сред, падающая волна испытывает многократное рассеяние. Это обуславливает необходимость сложного специального рассмотрения суммарного волнового поля, формирующего детектируемый оптический сигнал. Другой подход состоит в описании переноса интенсивности излучения и лежит в основе корпускулярного метода численного моделирования, опирающегося на представление о переносе пакета фотонов, испытывающих ряд случайных актов рассеяния. В последнее время в рамках такого подхода удается описать также эффекты, связанные со свойствами когерентности падающего излучения, такие как когерентное обратное рассеяние и корреляции интенсивности. В настоящих выпусках представлены работы, использующие оба подхода – полевой и корпускулярный.

Использование на практике разнообразных источников света и режимов зондирования требует решения задач распространения в сильнорассеивающих средах непрерывного и модулированного излучения, а также сверхкоротких (фемтосекундных) лазерных импульсов с разным состоянием поляризации. В основе этих задач лежат стационарные и нестационарные уравнения переноса излучения, не решаемые в общем виде. Вопросы поиска здесь разумных приближений также заслуживают особого внимания.

В публикуемых статьях отражено современное состояние теоретических и экспериментальных исследований по проблемам светорассеяния в задачах фотоники и биофотоники, проводимых в нашей стране и за рубежом.

**В.Л.Кузьмин.** Санкт-Петербургский торгово-экономический институт, Россия, 194021 Санкт-Петербург, Новороссийская ул., 50; e-mail: vladimir.kuzmin@paloma.spbu.ru

**И.В.Меглинский.** Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского, физический факультет, Россия, 410026 Саратов, Астраханская ул., 83; адрес в настоящее время: Cranfield University, School of Engineering, Cranfield, MK43 0AL, UK; e-mail: i.meglinski@Cranfield.ac.uk

**А.В. Приезжев.** Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, физический факультет и Международный учебно-научный лазерный центр МГУ им. М.В.Ломоносова, Россия, 119992 Москва, Воробьевы горы; e-mail: avp2@mail.ru

Поступило в редакцию 29 октября 2006 г.