

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### Проблемы применения мощных лазеров для исследования окружающей среды

Прогресс в разработке новых лазерных технологий, достигнутый в последнее время, стимулирует исследователей в области оптики природных сред на их активное использование. Уникальные свойства лазерного излучения способны обеспечить получение новой информации об объектах исследований. Ярким примером тому служат первые эксперименты по применению мощных фемтосекундных лазеров для зондирования атмосферы, показавшие возрастание точности, чувствительности и дальности зондирования. Использование свойств широкополосности фемтосекундного излучения, а также инициированного им «белого» суперконтинуума значительно расширяет перечень измеряемых параметров окружающей среды и позволяет осуществить зондирование экологически опасных газовых и аэрозольных веществ в атмосфере.

Для эффективного применения мощных лазеров в исследованиях окружающей среды важно знать, как распространяется такое излучение в атмосфере, каким образом можно улучшить его качество как инструмента исследований. Эти знания также важны для многих других практических приложений (лазерная подпитка солнечных батарей спутников на орбите, снятие грозового электричества с облаков лазерным лучом, лазерное удаление космического мусора и др.).

Проблема использования мощных лазеров в изучении окружающей среды является комплексной, включающей в себя фундаментальные и прикладные аспекты. Среди них важно выделить нелинейную оптику атмосферы, вопросы линейного и нелинейного распространения оптического излучения в атмосфере, адаптивную оптику, технологии диагностики природных сред с применением мощного лазерного излучения.

Сборник открывают работы по нелинейной оптике атмосферы. В первой из них – статье И.С. Голубцова, В.П. Кандидова, О.Г. Косаревой численным методом исследована важная для атмосферной оптики задача – формирование и эволюция «белого» суперконтинуума при самофокусировке тераваттного титан-сапфирового лазера. Показано, что генерация суперконтинуума происходит в результате самомодуляции фазы импульса в пространстве и времени в условиях сильной оптической нелинейности высоко локализованного светового поля.

Теоретическому исследованию особенностей нелинейных оптических взаимодействий, инициированных мощным фемтосекундным импульсом в слабопоглощающих жидких аэрозолях, посвящена статья А.А. Землянова и Ю.Э. Гейнца. Здесь проводится численный эксперимент по формированию резонансных структур полей в каплях-микрорезонаторах. На основе результатов расчетов строится физическая модель, описывающая процессы генерации вынужденного излучения в микрочастицах в различных спектральных интервалах.

В работе В.П. Драчева, С.В. Перминова, С.Г. Раутиана и др. представлены результаты авторов по исследованию нелинейной оптики кластеров, в части изучения поляризационных эффектов в агрегированном коллоидном растворе серебра. Экспериментальные результаты показывают высокие величины эффектов обратного эффекта Фарадея и оптического эффекта Керра.

В статьях Т.Н. Копыловой, Р.Т. Кузнецовой, Г.В. Майера с соавторами представлены обзор и результаты оригинальных исследований авторов по проблеме фотоники сложных молекул в условиях действия мощных оптических полей. Детально проанализированы особенности спонтанного и вынужденного излучений молекул и их фотопревращения при мощном лазерном возбуждении.

В статье С.Е. Скипетрова и М.А. Казаряна рассмотрено динамическое многократное рассеяние лазерного излучения в плотных рассеивающих средах (концентрированной суспензии частиц) с учетом ускорения частиц в поле лазерного пучка. Показано, что, основываясь на методах диффузионно-волновой спектроскопии, возможно определить характерные скорости светоиндуцированных потоков микрочастиц.

Ряд работ посвящен проблеме оптического разряда в атмосфере. В статье В.И. Букатого, О.В. Гаськовой представлены экспериментальные исследования плазмы оптического разряда в воздухе при наличии частиц, обусловленного действием излучения неодимового лазера. В работе А.М. Скрипкина систематизированы экспериментальные данные явления оптического разряда

в аэродисперсных средах на основе твердых частиц в слабофокусированных лазерных пучках. Детально проанализировано влияние параметров излучения и свойств среды на режимы оптического разряда и его передаточные характеристики для распространяющегося в нем оптического излучения.

Ряд статей посвящен исследованиям по направлению, связанному с распространением лазерного излучения (включая мощное) через атмосферу. В работе Р.Х. Алмаева, А.Г. Слесарева теоретически изучена задача о распространении интенсивного лазерного пучка в капельном аэрозоле в условиях эффекта стохастизации мощности. Статья А.В. Кашеварова, А.Н. Кучерова, Г.В. Моллесона рассматривает оптические характеристики конденсационного следа от авиационных двигателей в атмосфере в зависимости от законов распределения параметров неизобарической выхлопной струи на срезе сопла. Особенности распространения мощного лазерного излучения СО- и кислородно-водного лазеров на трассах, расположенных выше высоты 10 км в верхней полусфере, в условиях влияния нелинейного эффекта – вынужденного комбинационного рассеяния, обсуждаются в работе А.Б. Игнатьева и В.В. Морозова.

Работа О.Г. Бузыкина, С.В. Иванова, А.А. Ионина и других связана с экспериментальными и теоретическими исследованиями линейного и нелинейного поглощения излучения обертонового СО-лазера в атмосфере. Представлены важные для практики сведения о наименее и наиболее поглощаемых в атмосфере частотах излучения данного лазера. Промоделированы спектры нелинейного поглощения интенсивного многочастотного обертонового СО-лазера в атмосфере с целью демонстрации возможности его использования в новых перспективных схемах диагностики.

К исследованиям по распространению лазерного излучения в атмосфере тесно примыкают работы, связанные с оптическим контролем и адаптивной оптикой. В работе В.А. Банаха и А.В. Фалица исследуется задача о влиянии сильных флуктуаций оптической волны в турбулентной среде на эффективность реконструкции ее фазы. В статье Н.Г. Иванова, В.Ф. Лосева, Ю.И. Панченко экспериментально изучена возможность использования ВРМБ для формирования дифракционной расходимости и повышения контраста излучения в лазерной системе на основе электроразрядных ХеСl-усилителей. В работе В.П. Лукина рассмотрены схемы формирования лазерной опорной звезды для работы систем адаптивной оптики, обеспечивающих коррекцию флуктуаций общего наклона волнового фронта. В статье Т.А. Шереметьевой и А.А. Филиппова представлены результаты теоретических разработок авторов по восстановлению спектров флуктуации показателя преломления в турбулентной среде из оптических измерений.

Также в сборнике представлены статьи по вопросам применения мощных лазеров для диагностики атмосферы. В работе Н.И. Попова и В.В. Самарцева, носящей постановочный характер, обсуждаются возможности методики фотонного эха в лазерном зондировании атмосферы. Статья С.Э. Кунца, С.В. Мельченко, А.И. Панченко, В.Ф. Тарасенко посвящена перспективам использования мощных эксиплексных лазеров для зондирования газовой атмосферы. В работе Л.К. Чистяковой проанализированы возможности дистанционной диагностики радиоактивных загрязнений в атмосфере с применением пассивных (СВЧ) и активных оптических методов, включая методы, использующие источники мощного лазерного излучения.

В заключение хотелось бы выразить искреннюю признательность всем авторам сборника за их труд по подготовке статей, к.ф.-м.н. А.М. Кабанову – за помощь в работе.

*Доктор физико-математических наук А.А. Землянов*