

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации, представленной Колготиным А. В. по теме «МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МНГОВОЛНОВОГО ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ПРИМЕНЕНИИ К ГЛОБАЛЬНОМУ МОНИТОРИНГУ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология и агрометеорология

Многоволновые лидары находят все более широкое применение как экспериментальное средство исследования атмосферы и, в частности, вертикального распределения характеристик атмосферного аэрозоля. Их эффективное применение и внедрение в практику как средства рутинного мониторинга во многом зависит от качества обработки регистрируемых сигналов. Представленная работа посвящена решению, наверное, самой сложной задачи при интерпретации лидарных измерений – восстановлению микрофизических характеристик аэрозоля.

Теоретически возможность определения функции распределения аэрозольных частиц по размерам (ФР) и комплексного показателя преломления $m = m_R + im_I$ (ПП) по лидарным измерениям была показана в 1980гг в работах И.Э. Нааца. Разработка практических методов началась в 1999 году с введением в цикл рутинных измерений КР – каналов зондирования, позволяющих одновременно определять коэффициенты обратного рассеяния (β) и ослабления (α). Основная трудность определения ФР – ограниченность доступной информации: по пяти независимым измерениям оптических коэффициентов необходимо восстановить функцию, имеющую несколько локальных экстремумов. Исследования научной школы под руководством Игоря Веселовского позволили разрешить следующие методические проблемы:

- выбор оптимального диапазона изменения размеров частиц при восстановлении ФР;
- трансформация методов при определении ФР для несферических частиц;
- адаптация методов для восстановления высотных профилей ФР и ПП.

Разработка практических алгоритмов по каждой проблеме включает фильтрацию шумовых и фоновых составляющих сигналов и методы калибровки восстанавливаемых профилей оптических коэффициентов. Непосредственно обращение оптических коэффициентов подразумевает использование стандартных процедур решения некорректных обратных задач: разложение искомой ФР по некоторой системе базовых функций и введение априорных ограничений на решение (регуляризация решения). Необходимо подчеркнуть, что «стандартные процедуры решения некорректных обратных задач» – это, скорее, гносеологический подход при восстановлении микрофизических характеристик. Разработка

алгоритма решения в каждом конкретном случае является нетривиальной и не всегда разрешимой задачей. В этой связи актуальность и новизна представленной работы не вызывают сомнений.

Работа не свободна от недостатков. В качестве основного замечания можно указать на неверное представление автора о возможностях оценивания показателя преломления. Хотя на практике задачи определения ФР и ПП решаются параллельно, следует отметить их принципиальное отличие: зависимость оптических коэффициентов от ПП (в отличие от ФР) не является линейной. И оценка показателя преломления суть проблема более сложная, поскольку стандартных методов решения нелинейных обратных задач попросту не существует. Например, автор неоднократно постулирует, что действительная часть ПП по лидарным измерениям оценивается хорошо, и проблемы существуют только при определении мнимой части. На самом деле это не верно, поскольку неопределенности при восстановлении составляющих показателя преломления одинаковы и связаны с поглощением: с ростом поглощения точность оценивания m_R уменьшается, m_I увеличивается. Анализ ошибок (см. таблицы) малоэффективен при оценке точности восстановления m : относительное изменение m_R для аэрозоля (от 1.30 до 1.70) составляет менее 30%, а изменение m_I - несколько порядков. Кроме того, при вариациях ошибок действительной части ПП ± 0.05 границы изменения m_R составляют, например, 1.45 – 1.55, а это уже различные вещества. Не совсем понятно, в чем смысл определения ПП в таком случае, или что это дает.

Остальные замечания связаны, в основном, с необходимостью в более четком и ясном изложении материала. В частности, автор вольно использует такие словосочетания, как «профиль параметров аэрозолей» и «поле параметров аэрозолей». По нашему мнению термин «аэрозоль» в контексте «атмосферный аэрозоль» не имеет множественного числа; также желательно разграничить сферы употребления терминов «параметры» и «характеристики». Вместо выражений «распределение аэрозолей по размерам», «ярко выраженная и грубая мода», «нерегулярные частицы», «фазовая функция» (дословный перевод с английского языка?) лучше употреблять «функция распределения аэрозольных частиц по размерам», «мелкодисперсная и грубодисперсная фракции» или «мелкие и крупные частицы», «несферические частицы», «индикатриса рассеяния».

Замечания по тексту реферата:


1. Стр.3. Не совсем понятна формулировка пятого защищаемого положения. В частности, чем обеспечивается «глобальный мониторинг атмосферы»?

2. Стр.4, п.5. Фактически схема $(3\beta + 2\alpha)$ в отсутствие КР – сигнала для 532нм меняется не на $(3\beta + 1\alpha)$, а на $(2\beta + 1\alpha)$. - для корректного восстановления коэффициента обратного рассеяния для 532нм в методе Клетта необходима априорная информация о профиле лидарного отношения.
3. Стр.22-26, описание главы 4. Предложенный быстрый алгоритм, скорее всего, позволяет оценить характеристики ФР. Вызывает сомнение возможность с его помощью корректно оценить ПП – проблема неоднозначности не рассматривается. По схеме $(3\beta + 1\alpha)$ см. замечание 2.

В целом, судя по автореферату, актуальность и практическая значимость диссертационной работы сомнения не вызывают. Об этом свидетельствуют многочисленные публикации Колготина А.В. в престижных зарубежных журналах, выступления на международных конференциях, акты внедрения. Работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология и агрометеорология, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н.

kaul@iao.ru, т ++7 3822 492886

 Кауль Бруно Валентинович

Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.

ssv@seversk.tomsknet.ru, т ++7 3822 491283

 Самойлова Светлана Викторовна

Центр лазерного зондирования атмосферы, Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук

634021, г. Томск, площадь Академика Зуева, 1

Подписи Б.В.Кауля и С.В.Самойловой заверяю,

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук



 Тихомирова Ольга Владимировна