

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Колготина Алексея Викторовича**  
**«Методика решения задач многоволнового лидарного зондирования в применении к глобальному мониторингу параметров атмосферных аэрозолей»**,  
представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 метеорология, климатология и агрометеорология

Аэрозоли являются одной из наиболее изменчивых и недостаточно изученных климатически-значимых составляющих земной атмосферы. Одним из основных инструментов исследования оптических и микрофизических параметров аэрозоля в толще атмосферы является лидарное зондирование, имеющее ряд очевидных преимуществ над другими подходами. Лидары позволяют проводить измерения с высоким пространственным разрешением как в дневное, так и ночное время. Однако, в настоящее время, лидарные данные характеризуются высокой измерительной погрешностью и ограниченным количеством информации, что делает необходимым привлечение специальных математических методов обработки результатов эксперимента. Это свидетельствует о несомненной актуальности темы диссертационной работы А.В. Колготина, посвященной разработке и апробации методики оценки параметров атмосферных аэрозолей по лидарным измерениям коэффициентов обратного рассеяния, ослабления и деполяризации.

Автором исследованы прямая и обратная задачи многоволнового лидарного зондирования, разработан регуляризирующий алгоритм решения обратной задачи по восстановлению спектра размеров аэрозолей, представляющих собой смесь сфер и сфероидов по данным измерений коэффициентов ослабления, обратного рассеяния и степени деполяризации рассеянного назад излучения. Одномерная регуляризация обобщена на двумерный случай, что позволило повысить устойчивость и точность решения в результате его стабилизации по двум аргументам - размеру частиц и текущему расстоянию. Разработан быстрый алгоритм решения обратной задачи, основанный на линейной связи измеряемых и восстанавливаемых характеристик аэрозоля, что открывает возможности оперативного отслеживания пространственно-временной динамики аэрозоля в столбе атмосферы. Разработанные методы были опробованы при обработке данных натурных измерений в ходе экспедиций в Африке, Европе, США. Достоверность полученных результатов подтверждена их соответствием результатам анализа проб и данным солнечного фотометра.

Результаты работы А.В. Колготина широко используются за рубежом и могут найти применение, в частности, в Институте оптики атмосферы СО РАН и других научных учреждениях, занимающихся лидарным зондированием.

Вместе с тем, в работе присутствуют неточные и недостоверные утверждения и другие недостатки.

1. Исследования проведены в приближении однократного рассеяния (хотя об этом прямо не сказано). Вопрос об искажениях, которые может внести в решение многократное рассеяние, остался за рамками диссертационной работы.
2. Первые пункты научной новизны и основных результатов новизной не обладают.
3. Диапазон размеров частиц не ограничивается интервалом 0.05 – 20 мкм. Бывают аэрозоли и мельче, и крупнее. Так же 0.05 не является верхней границей мнимой части показателя преломления. У сажи ее значение на порядок больше (с. 2).
4. Вопрос о точностных характеристиках метода (четвертое защищаемое положение) требует более детального исследования. Отметим, что говорить о точности восстановления такого параметра, как счетная концентрация, без указания нижней границы интервала размеров вообще бессмысленно.
5. Параметры  $r_i$  и  $\sigma_i$  (с. 8) не являются, соответственно, ни модальным радиусом, ни дисперсией распределения (11).
6. Концентрацию частиц радиусом 10 мкм (с. 9) невозможно восстановить по измерениям коэффициентов ослабления и обратного рассеяния при максимальной длине волны зондирующего излучения 1.064 мкм. Это, кстати, следует и из рис. 1 и 3 автореферата.
7. На с. 12 указывается: «выполнен анализ информационного содержания данных лидарного зондирования и их линейной независимости при различных диапазонах изменения размеров частиц, комплексного показателя преломления, измерительной погрешности». Анализ линейной независимости в автореферате не отражен. Со статистической точки зрения между измеряемыми величинами, прежде всего, между коэффициентами ослабления, существует тесная корреляционная связь.
8. Вызывает сожаление, что в автореферате используется терминология, являющаяся не всегда удачным переводом с английского (ярко выраженная и грубая фракции аэрозоля, фазовая функция, реальная часть показателя преломления). В то же время в русском языке существует устоявшаяся отечественная научная терминология.
9. Численное моделирование проводилось для одного распределения с фиксированным соотношением между концентрациями субмикронной и грубодисперсной фракций. Не яс-

но, как будет влиять на точность решения обратной задачи изменение этого соотношения.

Приведенные выше замечания не снижают общую положительную оценку работы диссертанта. Автореферат (не считая некоторых терминов) написан грамотным научным языком и дает целостное представление о содержании и результатах диссертации.

Результаты работ А.В. Колготина известны специалистам по оптике атмосферного аэрозоля, докладывались на международных научных конференциях, опубликованы в отечественной и международной научной печати, включая и журналы из списка ВАК.

В целом, работа А.В. Колготина имеет существенное научное и практическое значение в области дистанционного зондирования атмосферы и контроля состояния воздушной среды, представляется законченным научным исследованием, отвечает требованиям ВАК, а её автор, **Колготин Алексей Викторович**, заслуживает присуждения ему искомой учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 25.00.30 метеорология, климатология и агрометеорология.

Ведущий научный сотрудник Лаборатории оптики и микрофизики аэрозоля Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук

д.ф.-м.н.



Свириденков Михаил Алексеевич

119017, Москва, Пыжевский пер. 3

Тел.: +7 (495)9511262

e-mail: sviridenkov@ifaran.ru

Подпись М.А. Свириденкова заверяю:

Ученый секретарь ИФА им. А.М. Обухова РАН,

к.г.н.



Краснокутская Л.Д.

15.05.2014