

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРОПОСФЕРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА САМОЛЕТНЫМ ЛИДАРОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ*

С.А. Садовников, С.В. Яковлев, О.А. Романовский, Н.С. Кравцова, О.В. Харченко

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия

Представлены результаты компьютерного моделирования функции перекрытия для биаксиальной схемы бортового лидара с различными радиусами фоточувствительной зоны приемной части оптической системы. Показано, при каких размерах фоточувствительной зоны обеспечивается полное перекрытие поля зрения телескопа и лазерного пучка, оценена протяженность «мертвой» зоны при параллельном распространении пучка лазера относительно оптической оси телескопа. Проведено численное моделирование зондирования метана для атмосферных условий лета средних широт и Арктики. Результаты моделирования показывают возможность измерения пространственного распределения и интегрального содержания метана на вертикальных тропосферных трассах с использованием модернизированного лидара самолетного базирования.

Ключевые слова: *лидар, дифференциальное поглощение, метан, тропосфера.*

Введение

В вопросе решения задач контроля изменения климата важную роль играет мониторинг парниковых газов и, в частности, создание новых технических устройств, технологий и алгоритмов, этот мониторинг реализующих как в региональном, так и в глобальном масштабе. Метан является одним из основных парниковых газов, оказывающих влияние на глобальное потепление [1]. Поэтому актуальным является решение научной проблемы детектирования и контроля концентрации метана в атмосфере с применением спектроскопических методов и лидарных средств зондирования (как одного из вариантов дистанционного мониторинга) для получения фундаментального знания о влиянии антропогенных и естественных факторов повышения общего содержания парниковых газов на планете и их вклада в изменение климата. Исследование общего содержания метана в отдаленных районах, в которых отсутствует измерительная инфраструктура (например, Российский сектор Арктики), требует разработки мобильных лидарных систем, способных осуществлять интегральные и пространственно-распределенные измерения концентрации исследуемой газовой компоненты с помощью единой платформы, выполненной в бортовом самолетном или корабельном исполнении. Бортовое самолетное базирование наиболее актуально ввиду полного охвата тропосферных высот при экспериментах и существенной экономии времени измерений.

Самолетные лидары принципиально реализованы и описаны в работах [2, 3], но для данных систем доступ к Российскому сектору Арктики ограничен. Принцип действия этих лидаров основан на использовании метода дифференциального поглощения [4–6]. В Институте оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН (ИОА СО РАН) в последние годы успешно развивается научное направление дистанционного газоанализа атмосферы с использованием ИК-лидарных систем, работа которых основана на методе дифференциального поглощения. Разработаны и модернизируются стационарные и мобильные ИК-лидарные системы для тропосферного дистанционного зондирования [7, 8]. Наличие в Институте уникального исследовательского самолета-лаборатории Ту-134 «Оптик» [9] и запланированные на ближайшие годы летные экспедиции над Арктикой поставили вопрос о создании самолетного лидара для мониторинга метана на тропосферных высотах. Разработка самолетного лидара для мониторинга метана требует предварительного численного моделирования лидарных измерений, апробации используемого оборудования в наземных экспериментах.

Целью работы является проведение численного эксперимента по дистанционному зондированию метана в тропосфере в части расчета функции перекрытия для самолетного зондирования и мо-

* Численное моделирование лидарных измерений метана в атмосфере проведено с использованием усовершенствованного программного обеспечения, разработанного при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-1109.2022.4. Численное моделирование геометрического фактора лидара выполнено в рамках государственного задания ИОА СО РАН. Работы по модернизации самолетного лидара выполнены с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Атмосфера» при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (№ 075-15-2021-661).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>