

**ЗОНДИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛ ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ
ЛИДАРОМ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА
В АТМОСФЕРНОМ ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ.
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ***

В.Е. Привалов¹, В.Г. Шеманин²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия

² Филиал Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова
в Новороссийске, г. Новороссийск, Россия

Выполнена оценка возможности измерения концентрации молекул алканов – метана, этана, пропана, бутана, пентана и гексана – на уровне ПДК и выше (в диапазоне от $4 \cdot 10^{14}$ до 10^{17} см⁻³) лидаром комбинационного рассеяния света в атмосферном пограничном слое на высотах до 1.5 км в режиме синхронного счета фотонов и выбора оптимальных параметров лидара комбинационного рассеяния света. Показано, что при зондировании лидаром комбинационного рассеяния света всех исследованных молекул в атмосфере с использованием лазерного излучения на длине волны 532 нм можно зарегистрировать концентрацию на уровне ПДК для метана во всем рассмотренном диапазоне расстояний до 1500 м, для этана – до 767 м, для пропана – до 941 м, для бутана – до 707 м, для пентана – до 518 м и для гексана – до 185 м для времени измерения 10 с.

Ключевые слова: лидар комбинационного рассеяния света, молекула, концентрация, дальность зондирования, длина волны лазерного излучения.

Введение

Загрязнение атмосферного пограничного слоя молекулами предельных углеводородов или алканов представляет большую проблему в связи с их широким распространением, особенно над предприятиями нефтегазовой отрасли [1]. Разработка новых дистанционных методов измерения концентрации молекул алканов с уровнем концентраций порядка предельно допустимой (ПДК) [1, 2] и выше в атмосферном пограничном слое на базе лидара комбинационного рассеяния света требует выбора оптической схемы и оптимальных параметров такого лидара. В результате теоретического анализа методов лазерного зондирования газовых молекул в атмосфере в [1, 3–9] было получено, что лидар комбинационного рассеяния света может использоваться для дистанционного измерения концентрации молекул на уровне десятков и сотен ПДК. В работах [4, 10] было предложено лидарное уравнение для комбинационного рассеяния света газовыми молекулами в атмосфере с учетом конечной ширины линии генерации. Учет конечной ширины линии генерации реального лазера, соотношение ширин полос комбинационного рассеяния света и аппаратной функции лидара позволяют уточнить решение такого лидарного уравнения [10].

Поэтому цель настоящей работы – теоретическая оценка возможности измерений таким лидаром комбинационного рассеяния света концентрации молекул алканов – метана, этана, пропана, бутана, пентана и гексана – на уровне ПДК и выше в атмосферном пограничном слое на высотах до 1.5 км в режиме синхронного счета фотонов и выбор оптимальных параметров лидара комбинационного рассеяния света.

1. Лидар комбинационного рассеяния света

Оптическая схема такого варианта лидара комбинационного рассеяния света построена по биаксиальной схеме, как и в [1, 3, 4], и приведена на рис. 1.

В качестве зондирующего излучения используется излучение второй гармоники YAG Nd-лазера с накачкой полупроводниковым лазером с длиной волны 532 нм и полупроводниковых лазеров с длинами волн 405, 650 и 785 нм, с длительностью импульсов 10 нс и энергиями в импульсе до 10 мкДж при частоте следования лазерных импульсов f до 100 кГц [11]. Излучение лазера I направлялось параллельно оси приемного телескопа на расстоянии 250 мм, как и в [1, 12], а излуче-

* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ, проекты № 19-42-230004 и №19-45-230009.

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>