

УДК 535.62+504.62

Рамановский лидар для измерения парниковых газов

Девисиллов Владимир Аркадьевич^{1(*)}

devisilov@bmstu.ru

SPIN-код: 1899-2966

Дьяченко Владимир Викторович²

v-v-d@mail.ru

SPIN-код: 5874-8373

Шеманин Валерий Геннадьевич²

vshemanin@mail.ru

SPIN-код: 5823-7900

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² Новороссийский политехнический институт Кубанского государственного технологического университета, Новороссийск, Россия

Аннотация. Загрязнение окружающей среды и климатические изменения глобального климата актуализируют наблюдения за динамикой техногенных выбросов. Целью работы является оценка возможности применения лазерных технологий для дистанционного определения основных парниковых газов (ПГ), которая в разном аппаратном оформлении способна решить обе задачи — контроль выбросов на предприятиях и мониторинг в природной среде, в частности на карбоновых полигонах, в том числе их мобильными аппаратным оформлением.

Ключевые слова: рамановский лазер, парниковые газы, дистанционный мониторинг

Введение. Для мониторинга всех ПГ существующими методами необходимо применение нескольких приборов. Они построены на разных физических принципах и требуют различных условий размещения и регламентов обслуживания. Все это очень усложняет аппаратное оформление карбонового полигона, снижает оперативность измерений и повышает стоимость, как всего комплекта приборов, их монтажа, так и их эксплуатации. Лазерные технологии лишены этих недостатков и позволяют обеспечить оперативность, хорошее пространственно-временное разрешение и потенциальную возможность определения всех компонентов одним прибором [1, 2].

Методы и материалы; результаты. Было установлено [3–5], что для дистанционного измерения концентрации молекул на уровне десятков и сотен ПДК целесообразно использование лидара комбинационного рассеяния света (КРС — рамановского лидара). Для оценки возможности этого авторами выполнено компьютерное моделирование лидарного уравнения для КРС молекулами и определены оптимальные параметры такого варианта лидара. Было предложено лидарное уравнение для КРС газовыми молекулами в атмосфере с учетом конечной ширины лазерной линии. Была оценена возможность измерений лидаром КРС концентраций исследуемых молекул в атмосфере на расстояниях зондирования до 100 м. Учет конечной ширины линии генерации лазера, соотношения полуширин полос комбинационного рассеяния света и аппаратной функции лидара позволят дополнительно повысить

точность решения лидарного уравнения для измерения концентрации исследуемых молекул. Были рассмотрены газовые молекулы, дающие основной вклад в карбоновый цикл, с учетом их содержания в атмосфере. Молекула азота использована как репер относительно интенсивности полосы КРС, по которой и производится нормирование всех измерений для учета изменения пропускания атмосферы на трассе зондирования.

Заключение. На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы: для мониторинга ПГ из перечня веществ по Распоряжению Правительства РФ № 2979-р, следует взять газы, имеющие природное происхождение и наибольший вклад в парниковый эффект согласно условным углеродным единицам; есть возможность подбора оптимальных параметров лазера и лидара КРС для одновременного зондирования в атмосфере всех рассмотренных молекул карбонового цикла; все ПГ можно определять на расстоянии до 100 м; использование лидара КРС позволит получить более объективные данные о концентрации ПГ с очень низкой природной концентрацией; изменением времени измерения, частоты и энергии импульсов можно достигнуть снижения величины минимально возможной регистрируемой концентрации исследуемых молекул и увеличение расстояния зондирования.

Список источников

- [1] Дьяченко В.В., Дьяченко Л.Г., Девисилов В.А. *Науки о земле*. Москва, НИЦ ИНФРА, 2019, 345 с.
- [2] Devisilov V.A., Diachenko V.V., Shemanin V.G. Raman lidar for equipping carbon polygons. 6th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). IEEE, 2024. <https://doi.org/10.1109/reepe60449.2024.10479900>
- [3] Dyachenko V.V., Devisilov V.A., Shemanin V.G. Remote measurement of climatically active gas concentrations in the atmosphere by a Raman lidar. *Atmosphere, Ionosphere, Safety. Proceedings of VIII International Conference*. Kaliningrad, Algomat, 2023, pp. 210–214.
- [4] Дьяченко В.В., Девисилов В.А., Шеманин В.Г. Лидарная технология измерения климатически активных газов для карбоновых полигонов. *Экология и промышленность России*, 2023, т. 27, № 6, с. 30–35.
- [5] Дьяченко В.В., Девисилов В.А., Привалов В.Е., Сморода М.А., Шеманин В.Г. Лидар комбинационного рассеивания света в режиме счета фотонов для зондирования молекул климатически активных газов. *Лазерно-информационные технологии-2024. XXXII Междунар. науч. конф.: сб. тр.* Новороссийск, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2024, с. 63–66.