

УДК 551.508.953

DOI: 10.17223/00213411/63/6/117

*П.П. ГЕЙКО<sup>1,2</sup>, С.С. СМИРНОВ<sup>1</sup>*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ МОЛЕКУЛ ОКСИДОВ ХЛОРА И БРОМА В АТМОСФЕРЕ МЕТОДОМ ДОАС В УФ-ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Метод дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии является эффективным средством измерений интегральной концентрации атмосферных и примесных газов на длинных (сотни метров) трассах. Предложен макет портативного энергонезависимого газоанализатора, который может использоваться для дистанционных трассовых измерений концентраций молекулярных газовых загрязнений приземной атмосферы, в том числе оксидов галогенов. Газоанализатор включает в себя набор ультрафиолетовых светодиодов, излучающих в УФ-области спектра, многожильный световод, приемопередающий телескоп, спектрометр и систему обработки. Приводятся описание методики и результаты полевых измерений интегральных по трассе концентраций оксида брома и диоксида хлора.

**Ключевые слова:** дифференциальная оптическая абсорбционная спектроскопия, ультрафиолетовые светодиоды, атмосфера, газовые загрязнения.

### Введение

Классический метод дифференциального поглощения в последние годы существенно изменился, для идентификации и определения концентраций газовых загрязнителей вместо двух линий «в» и «вне» полосы поглощения стала возможной работа с большим количеством оцифрованных спектральных компонент. Обработка спектра состоит в «удалении» спектра поглощения трассы и сравнении остаточного спектра с индивидуальными спектрами поглощения исследуемых газов на основе процедур статистических испытаний. Такой подход получил название «метод дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии» (ДОАС). Он позволяет идентифицировать одновременно уже несколько газов и является перспективным методом для измерений интегральной концентрации атмосферных и загрязняющих газов на длинных трассах [1].

Этот метод позволяет проводить измерения концентраций большого числа газов в режиме реального масштаба времени. ДОАС-газоанализаторы способны измерять средние концентрации на атмосферных трассах протяженностью до нескольких километров и, в принципе, позволяют создавать 3D-карты загрязнений [2]. Также метод ДОАС разделяет преимущества большинства других спектроскопических методов, включая высокую чувствительность вплоть до нескольких ppt (триллионных долей).

В качестве источника излучения в газоанализаторах, реализующих метод ДОАС, традиционно используются ксеноновые лампы высокого давления, требующие высоковольтного питания, что делает такого рода газоанализаторы громоздкими и энергозависимыми [3, 4]. Относительно недавно появившиеся светодиоды УФ-диапазона являются потенциально перспективными источниками излучения в газоанализаторах, так как они имеют гладкий спектр шириной 10–60 нм.

Цель данной работы – оценка потенциальных возможностей и практическая реализация метода ДОАС для определения интегральных по трассе концентраций молекул оксидов галогенов в открытой атмосфере в УФ-области спектра.

Интерес к дистанционному контролю содержания оксидов галогенов в атмосфере обусловлен различными приложениями, в частности, химией энергоемких соединений, исследованием вулканических выбросов и т.д.

### Физические основы метода дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии

Рассмотрим методику измерений концентрации газов широкополосными источниками излучения, такими, как светодиоды и лампы высокого давления. Поперечное сечение поглощения молекулами газа разделяется на высокочастотную и низкочастотную части

$$\sigma_j(\lambda) = \sigma'_j(\lambda) + \sigma_{j0}(\lambda), \quad (1)$$

где  $\sigma_{j0}(\lambda)$ ,  $\sigma'_j(\lambda)$  – низкочастотная и высокочастотная части соответственно.

Уважаемые читатели!

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

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