

Главная » Оптика атмосферы и океана » 2019 (25) » Труды

XXV Международный Симпозиум “Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы”

30 июня - 5 июля 2019 года, Новосибирск



NOVOSIBIRSK 2019

ATMOSPHERIC and OCEAN OPTICS. ATMOSPHERIC PHYSICS

Труды

Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXV Международного симпозиума.

Электронный ресурс

Томск: Издательство ИОА СО РАН.

ISBN 978-5-94458-176-1

© ИОА СО РАН им. В.Е. Зуева, 2019

Содержание

1. [Пленарные доклады](#)
2. [Конференция А. Молекулярная спектроскопия и атмосферные радиационные процессы](#)
3. [Конференция В. Распространение излучения в атмосфере и океане](#)
4. [Конференция С. Исследование атмосферы и океана оптическими методами](#)
5. [Конференция D. Физика тропосферы](#)
6. [Конференция Е. Физика средней и верхней атмосферы](#)

2002 (9)

2001 (8)

2000 (7)

1999 (6)

МОЛЕКУЛЯРНАЯ
СПЕКТРОСКОПИЯ ВЫСОКОГО
РАЗРЕШЕНИЯ

ИМПУЛЬСНЫЕ ЛАЗЕРЫ НА
ПЕРЕХОДАХ АТОМОВ И
МОЛЕКУЛ

РАБОЧАЯ ГРУППА "АЭРОЗОЛИ
СИБИРИ"

РАСПРОСТРАНЕНИЕ
РАДИОВОЛН

КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ
"МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ,
ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЯ"

XXV МЕЖДУНАРОДНАЯ

КОНФЕРЕНЦИЯ А

**МОЛЕКУЛЯРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ
И АТМОСФЕРНЫЕ РАДИАЦИОННЫЕ
ПРОЦЕССЫ**

ИК СПЕКТРОСКОПИЯ ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Невежин В.Н.¹, Захарова О.А.^{1,2}, Сорокина Т.В.³, Нестерович С.В.³,

Зайцева А.А.³, Агеева Т.С.³

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

³Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России, г. Томск, Россия

E-mail: nevezhinvn@gmail.com, za.olga.90@yandex.ru, annanollz@mail.ru,
gbsmp.sorokinatyana@mail.ru, snesterovich@mail.ru, ageeva.ts@gmail.com

Существуют различные методы газоанализа, которые применяются в разных сферах человеческой деятельности. Изначально применялся метод оптико-акустической спектроскопии для анализа газового состава атмосферного воздуха. В дальнейшем при изобретении лазеров этот метод усовершенствовали для обнаружения летучих соединений в атмосфере, что позволило получить более точные результаты.

Детекция химических соединений, находящихся в воздухе, является актуальным и перспективным подходом к развитию новых аналитических и диагностических методов в науке [1]. Метод газоанализа возможно применять не только к поиску различных веществ окружающей среде, но и к воздуху, который выдыхает человек. Поиск газовых составляющих в этом воздухе является одним из индикаторов человеческого здоровья [2-6], поскольку у больных сахарным диабетом (СД) в выдыхаемом воздухе повышается содержание некоторых веществ, которые можно зарегистрировать при помощи оптических методов [7-9].

Распространенность СД в популяциях человека, в среднем, составляет 1-8,6 %, а заболеваемость у детей и подростков примерно 0,1-0,3 %. С учетом не диагностированных форм данное число может в некоторых странах достигать 6 %. За последние 30 лет по темпам прироста заболеваемости СД опередил такие инфекционные заболевания, как :туберкулез и ВИЧ. Численность больных СД в мире за последние 10 лет выросла более, чем в 2 раза и достигла к 2013 г. 371 млн человек. Пандемический характер распространения побудил “Организацию Объединенных Наций” в декабре 2006 г. принять резолюцию, призывающую создавать национальные программы по предупреждению, лечению, профилактике СД и его осложнениями, включать их в состав государственных программ по здравоохранению.

По данным Государственного регистра больных СД на январь 2013 г. в РФ по обращаемости в лечебные учреждения насчитывается 3,779 млн больных СД, однако фактическое распространение в 3-4 раза превышает (по обращаемости), что составляет около 7% населения.

В европейских популяциях распространение СД 2го типа составляет 3-8%, а вместе с нарушенной толерантностью к глюкозе – 10-15%.

Материалы и методы

В исследование включены целевые группы (пациенты с сахарным диабетом) и контрольная группа (здоровые). Материалом для исследования служили газовые пробы выдыхаемого воздуха (ПВВ). Регистрацию летучих биомаркеров в ПВВ осуществляли при помощи лазерного оптико-акустического газоанализатора (ЛОАГ). Данный ЛОАГ объединяет в себе оптико-акустический детектор и лазерный источник, созданный на основе комбинации двух параметрических генераторов света со сверхшироким диапазоном перестройки 2,5 – 10мкм. ЛОАГ обеспечивает регистрацию до 20 летучих химических соединений в газовой пробе, концентрационная чувствительность прибора составляет около 10^{-2} млн⁻¹, а относительная погрешность – не более 15-30 % [10-13].

Обработка данных осуществлялась с помощью метода главных компонент (МГК), с помощью которого получается уменьшить размерность данных и при минимальной потере информации. Определение главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных, или к сингулярному разложению матрицы данных [14-16]. В нашем исследовании измерения, полученные при помощи ЛОАГ, были обработаны методом упругих карт для их удобной визуализации и последующей оценки расположения точечных оценок спектров поглощения ПВВ.

В исследовании принимали участие пациенты с СД и здоровые добровольцы. Критерии включения: возраст от 18 до 70 лет (мужчины и женщины), документально подтвержденный клинический диагноз сахарного диабета 2го типа; информированное согласие пациента на участие в исследовании. Критерии исключения: нежелание, отсутствие возможности или несогласие пациентов с требованиями протокола, (включая информированное согласие); наличие тяжелой коморбидной респираторной патологии или сердечно-сосудистой системы, такие как: бронхиальная астма, хроническая обструктивная болезнь легких, застойная сердечная недостаточность; беременность, лактация.

Забор ПВВ производится натощак с 08.30 до 9.00 в стерильный пакет-контейнер, оборудованный трубкой с мундштуком и обратным клапаном. Для этого использовались стандартные мочеприемники емкостью 1000 мл. Перед отбором ПВВ осуществлялось

предварительное пятикратное полоскание ротовой полости пациента кипяченой водой. После этого пациент выполнял вдох и медленный выдох в течение первых 3...5 сек в окружающее пространство, а затем остатки воздуха из легких отбирались в пакет-контейнер через мундштук, присоединенный к входной трубке.

Время транспортировки и хранения ПВВ не превышало 4 часов.

Результаты

Спектр поглощения ПВВ сканировали 5 раз. На рисунке 1 показаны спектры ПВВ целевой группы (больных СД) и контрольной группы (здоровые добровольцы) в диапазоне от 5500 до 8500 нм.

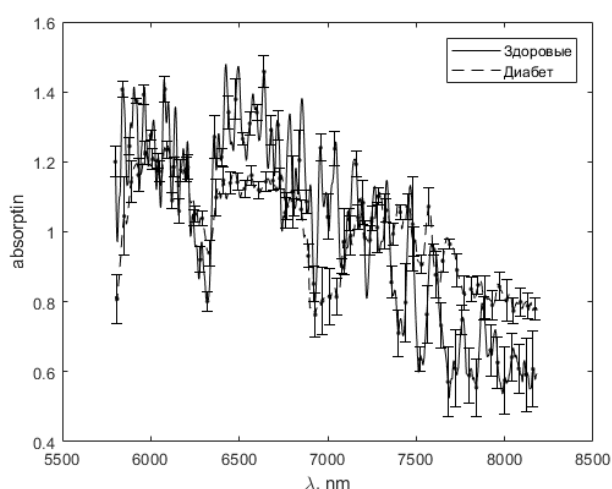


Рисунок 1 – усредненные спектры ПВВ здоровых добровольцев и больных СД Обозначения:

сплошная линия – здоровые добровольцы; пунктирная линия – больные СД

Для дальнейшего анализа данных спектров применялся МГК (рисунок 2)

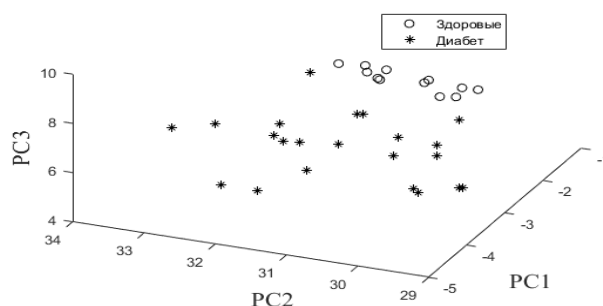


Рисунок 2 – график распределения точечных оценок спектров поглощения ПВВ больных сахарным диабетом и здоровых добровольцев. Обозначения: звездочка – больные СД; круг – здоровые добровольцы

Выводы

В результате анализа спектров поглощения ПВВ в ИК диапазоне обнаружены качественные различия между группами больных СД и контрольной группой (здоровые добровольцы). На сегодняшний день диагностика СД проводится на основе забора венозной либо капиллярной крови. Использование неинвазивных методов упростит диагностику заболевания как на амбулаторном, так и на госпитальном этапе.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23.

1. Karapuzikov, A.A., Sherstov, I.V., Kolker, D.B. et al. Phys. Wave Phen. (2014) 22: 189. <https://doi.org/10.3103/S1541308X14030054>
2. Kistenev, Y. V., Borisov, A. V., & Shapovalov, A. V. (2015). Determination of component concentrations in models of exhaled air samples using principal component analysis and canonical correlation analysis. B International Conference on Atomic and Molecular Pulsed Lasers XII (Том 9810). [98101Z] SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2225575>
3. Bulanova, A.A., Bukreeva, E.B., Kistenev, Y.V. et al. Front. Optoelectron. (2015) 8: 183. <https://doi.org/10.1007/s12200-015-0498-7>
4. Yury V. Kistenev, Alexey V. Borisov, Dmitry A. Kuzmin, and Anna G. Syrkina "Analysis of exhaled air of patients with myocardial infarction by laser spectroscopy and data mining ", Proc. SPIE 10685, Biophotonics: Photonic Solutions for Better Health Care VI, 1068511 (17 May 2018); doi: 10.1117/12.2307058. <https://doi.org/10.1117/12.2307058>
5. Yu. V. Kistenev, D. A. Kuzmin, D. A. Vrazhnov, and A. V. Borisov "Classification of patients with bronchopulmonary diseases based on analysis of absorption spectra of exhaled air samples with SVM and neural network algorithm application", Proc. SPIE 10035, 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 1003507 (29 November 2016); doi: 10.1117/12.2249130. <https://doi.org/10.1117/12.2249130>
6. Kalman filtering in the problem of noise reduction in the absorption spectra of exhaled air / Y. V. Kistenev, A. V. Shapovalov, D. A. Vrazhnov, V. V. Nikolaev // Proceedings of SPIE. 2016. Vol. 10035 : 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 30 June–03 July 2016, Tomsk, Russian Federation. P.100350A-1-100350A-6. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000563321>
7. Филиппак В., Спонринг А., Филиппак А., Адджер С., Шуберт Дж., Микиш В., Аманн А., Троппмайр Дж. Рак Эпидемиол. Биомаркеры Пред. 2010; 19 :182–195.[PubMed]
8. Yu. V. Kistenev, A. V. Shapovalov, A. V. Borisov, and A. I. Knyazkova "Possibilities of laser spectroscopy for monitoring the profile dynamics of the volatile metabolite in exhaled air", Proc. SPIE 10035, 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 100350B (29 November 2016); doi: 10.1117/12.2249144. <https://doi.org/10.1117/12.2249144>
9. Yury V. Kistenev, Alexey V. Borisov, Dmitry A. Kuzmin, Anna A. Bulanova, Andrey A. Boyko, Nadezhda Y. Kostyukova, and Alexey A. Karapuzikov "Breath air measurement using wide-band frequency tuning IR laser photo-acoustic spectroscopy", Proc. SPIE 9707, Dynamics and Fluctuations in Biomedical Photonics XIII, 97070M (17 March 2016); doi: 10.1117/12.2214645. <https://doi.org/10.1117/12.2214645>
10. Karapuzikov A.A., Sherstov I.V., Kolker D.B., et al. LaserBreeze gas analyzer for noninvasive diagnostics of air exhaled by patients / Physics of Wave Phenomena. -2014. -Т. 22. № 3. -С. 189-196

11. Kolker, D.B., Pustovalova, R.V., Starikova, M.K. et al. Atmos Ocean Opt (2012) 25: 77. <https://doi.org/10.1134/S1024856012010071>
12. N.V. Maksimchuk, L.N. Korolevych, A.V. Borisov, "Electrophysical properties of Al/nanocrystalline CeOx/Si/Al structures", Electronics and Nanotechnology (ELNANO) 2015 IEEE 35th International Conference on, pp. 148-150, 2015.
13. Demkin, V.P., Mel'nichuk, S.V., Borisov, A.V. et al. Russ Phys J (2013) 56: 486. <https://doi.org/10.1007/s11182-013-0059-8>
14. Kistenev, Y. V., Shapovalov, A. V., Borisov, A. V., Vrazhnov, D. A., Nikolaev, V. V., & Nikiforova, O. Y. (2015). Applications of principal component analysis to breath air absorption spectra profiles classification. B International Conference on Atomic and Molecular Pulsed Lasers XII [98101Y] SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2225565>
15. Aleutdinova, V.A., Borisov, A.V., Shaparev, V.É. et al. Russ Phys J (2011) 54: 479. <https://doi.org/10.1007/s11182-011-9642-z>
16. Yury V. Kistenev, Alexander I. Karapuzikov, Nadezhda Yu Kostyukova, Marina K. Starikova, Andrey A. Boyko, Ekaterina B. Bukreeva, Anna A. Bulanova, Dmitry B. Kolker, Dmitry A. Kuzmin, Konstantin G. Zenov, and Alexey A. Karapuzikov "Screening of patients with bronchopulmonary diseases using methods of infrared laser photoacoustic spectroscopy and principal component analysis," Journal of Biomedical Optics 20(6), 065001 (3 June 2015). <https://doi.org/10.1117/1.JBO.20.6.065001>