

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Радиофизический факультет

Кафедра оптико-электронных систем и дистанционного зондирования

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель ООП

д-р физ.-мат. наук, профессор

И.В. Самохвалов

« 17 » 06 2020 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОКСИДОВ ХЛОРА И БРОМА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ
АТОМСФЕРЫ МЕТОДОМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ
АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ
ОБЛАСТИ СПЕКТРА

по основной образовательной программе подготовки магистра
направление подготовки 12.04.02 – Оптотехника

Смирнов Сергей Сергеевич

Руководитель ВКР

д-р физ.-мат. наук, профессор

П.П. Гейко

подпись

« 10 » 06 2020 г.

Автор работы

студент группы № 07402

С.С. Смирнов

подпись

Томск 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Радиофизический факультет
Кафедра оптико-электронных систем и дистанционного зондирования

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООП:

д-р физ.-мат. наук, профессор

И.В. Самохвалов

«18» 09 2018 г.

ЗАДАНИЕ

по подготовке ВКР магистра Смирнова Сергея Сергеевича группы 07402

1. Тема ВКР Измерение концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы методом дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии в ультрафиолетовой области спектра.

2. Срок сдачи студентом выполненной ВКР:

а) на кафедре 10.06.2020

б) в ГЭК 23.06.2020

3. Исходные данные к работе цель: адаптация метода ДОАС для измерения концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы с одновременным использованием трех УФ светодиодов в качестве источника излучения.

Задачи: провести анализ современного состояния методов и средств определения концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы; провести анализ химических связей оксидов хлора и брома с другими газовыми компонентами атмосферы; разработать алгоритм идентификации и определения концентраций оксидов хлора и брома и программы для обработки результатов натурных измерений; проанализировать источники ошибок метода ДОАС и минимизировать их для рассматриваемого газоанализатора; провести экспериментальное определение концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы; выполнить анализ полученных данных.

4. Краткое содержание работы литературный обзор (2018 – 2019), отработка методики измерения и разработка алгоритма идентификации и определения концентраций (май 2019), натурные измерения концентраций газовых компонент (2019 – 2020), обобщение результатов исследований (май 2020).

5. Указать предприятие, организацию по заданию которого выполняется работа Национальный Исследовательский Томский государственный университет

6. Дата выдачи задания « 11 » 09 20 18 г.

Руководитель ВКР

профессор каф. ОЭС и ДЗ

должность, место работы

Задание принял к исполнению


подпись

П.П. Гейко
инициалы, фамилия

11.09.2018
дата, подпись студента

АННОТАЦИЯ

выпускной квалификационной работы
по основной образовательной программе подготовке магистра
направление подготовки 12.04.02 – Оптехника

Измерение концентрации оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы методом
дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии в ультрафиолетовой
области спектра
Смирнов Сергей Сергеевич

Работа посвящена определению содержания оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы методом дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии. Трассовый газоанализатор, на основе метода ДООС, позволяет регистрировать спектры ослабления оптического излучения при распространении в атмосфере. Каждый спектр ослабления содержит информацию о содержании в исследуемом объеме искомым газовых компонент. Проведены натурные измерения спектров ослабления. С использованием разработанного и реализованного алгоритма идентификации и определения концентраций выполнена обработка экспериментальных данных, включающая качественное и количественное определение оксидов хлора и брома. Также выполнено сопоставление результатов измерений, полученных с использованием двух трассовых газоанализаторов: сертифицированного газоанализатора и макета трассового измерителя на основе УФ светодиодов. Построены временные ряды концентраций исследуемых газов и представлен анализ полученных данных.

Работа выполнена на 54 страницах; состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованных источников из 44 наименований; содержит 25 рисунков, 3 таблицы.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОКСИДЫ ХЛОРА И БРОМА, И МЕТОДЫ ИХ ДИСТАНЦИОННОГО АНАЛИЗА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ	8
1.1 Техногенные и естественные источники.....	8
1.2 Основные химические связи с другими газами	10
1.3 Краткое описание методов дистанционного газоанализа атмосферы.....	12
1.4 Техническая реализация методов дистанционного газоанализа атмосферы.....	15
2 МЕТОД ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	21
2.1 Физические основы и математический формализм метода.....	21
2.2 Учет влияния аппаратной функции спектрального прибора на результаты измерений	24
2.3 Основные погрешности измерений концентраций и способы их уменьшения.....	31
3 НАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОКСИДОВ ХЛОРА И БРОМА	35
3.1 Макет трассового измерителя.....	35
3.2 Спектральные особенности измерения концентраций оксидов хлора и брома.....	38
3.3 Методика проведения измерений концентраций газов в атмосфере	40
3.4 Программная реализация алгоритма определения концентраций газов.....	43
3.5 Анализ результатов измерений.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51

ВВЕДЕНИЕ

Для реализации различных мероприятий, нацеленных на уменьшение объемов промышленных выбросов, необходимо развивать уже имеющиеся или разрабатывать новые средства на уже известных методах газового анализа с целью проведения дистанционного экологического мониторинга атмосферы. Цель экологического мониторинга, не только качественный и количественный анализ газовых загрязнений атмосферы, но и установление их источников.

Экологический мониторинг содержания галогенов и их производных в атмосферном воздухе на сегодняшний день актуально по следующим причинам: во-первых, при вдыхании их даже в небольших количествах вызывает сильное раздражение дыхательных путей и воспаление слизистых оболочек; более значительные количества галогенов могут вызвать тяжелое отравление; во-вторых, галогены и их производные разрушают озон, в результате озоновый слой истощается, что приводит к росту уровня ультрафиолетовой радиации, а значит негативному воздействию на биосферу в целом [1,2]; в-третьих, участвуют во многих реакционных циклах, которые могут влиять на окислительную способность атмосферы, воздействуя на основные окислители O_2 и радикал OH [1,3]; наконец, оксиды галогенов могут выступать как газы-индикаторы (предшественники) при выбросах особо опасных газов (например, оксидов серы из кратеров вулканов) [4,5].

Для проведения дистанционного оперативного экологического мониторинга атмосферы необходимы измерительные системы, которые обладают высокой эффективностью и надежностью в разных условиях эксплуатации. Таким требованиям хорошо удовлетворяют измерительные системы на основе оптических методов анализа. Отличительной особенностью этих методов является высокая чувствительность и избирательность, позволяющая определять концентрацию контролируемого вещества в присутствии большого количества других веществ. Метод дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии [6] (ДОАС) является на сегодняшний день широко распространенным решением для систем мониторинга окружающей среды на горизонтально и наклонно ориентированных атмосферных трассах длиной до нескольких километров. Одним из основных достоинств этого метода является возможность одновременного измерения концентрации большого количества компонент газовой смеси с высокой чувствительностью (ед. ppb) в режиме реального времени и в естественных условиях.

Развитию, совершенствованию и применению метода ДООС для дистанционного анализа оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы посвящена настоящая диссертационная работа.

Таким образом, **цель магистерской работы** заключается в адаптации метода ДООС для измерения концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы с одновременным использованием трех УФ светодиодов в качестве источника излучения.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие **задачи**:

- 1) провести анализ современного состояния методов и средств определения концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы;
- 2) провести анализ химических связей оксидов хлора и брома с другими газовыми компонентами атмосферы;
- 3) разработать алгоритм идентификации и определения концентраций оксидов хлора и брома и программы для обработки результатов натурных измерений;
- 4) проанализировать источники ошибок метода ДООС и минимизировать их для рассматриваемого газоанализатора;
- 5) провести экспериментальное определение концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы;
- 6) выполнить анализ полученных данных.

Защищаемое положение

Предложенный и разработанный алгоритм обработки экспериментальных данных, полученных с использованием ультрафиолетовых светодиодов, излучающих в области 365, 380 и 395 нм, на основе метода ДООС, позволяет одновременно определять интегральные концентрации оксидов хлора, брома и азота вплоть до единиц ppb с погрешностью измерений не более 20 % на трассах длиной от 200 до 500 м.

Научная новизна работы

Разработан алгоритм идентификации и определения концентраций, на основе метода ДООС для одновременного определения концентраций оксидов хлора, брома и азота в приземном слое атмосферы.

Предложен и использован в составе газоанализатора источник излучения, включающий набор ультрафиолетовых светодиодов, излучающих в области 365, 380 и 395 нм с перекрывающимися спектрами, являющийся перспективной альтернативой ксеноновой лампе высокого давления.

Апробация результатов исследования.

Научные и экспериментальные результаты работы докладывались на международных научно-технических конференциях с 2018 по 2019 гг., в том числе на

XXIV Международном симпозиуме "Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы", на VIII Международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы радиофизики", на Международной конференции и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2018.

По теме диссертации сделано 9 публикаций, из них 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК, 5 в сборниках материалов международных конференций.

Структура и объем работы. Работа выполнена на 54 страницах; состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованных источников из 44 наименований; содержит 25 рисунков, 3 таблицы.

В первой главе представлен обзор основных источников оксида хлора и брома в атмосфере, химических взаимодействий с другими газовыми компонентами атмосферы и оптических методов их дистанционного анализа в атмосфере.

Во второй главе рассматриваются физические и математические аспекты метода дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии, выбранного в качестве метода для измерения концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы.

В третьей главе представлены структурные схемы используемых трассовых газоанализаторов. Приведена методика выполнения измерений. Подробно изложен разработанный алгоритм идентификации и определения концентраций исследуемых газовых компонент атмосферы. Выполнен анализ полученных результатов двух серий измерений. Первая серия измерений посвящена проведению синхронных измерений сертифицированным газоанализатором ДОАС-М1 и трассовым измерителем на основе ультрафиолетовых светодиодов. Вторая серия измерений посвящена накоплению статистических данных концентраций исследуемых газовых компонент с целью сопоставления их с погодными условиями (направление и скорость ветра).

В заключении приведены основные результаты, полученные в настоящей работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дифференциальная оптическая абсорбционная спектроскопия является мощным методом, который успешно использован для детектирования оксидов хлора и брома на горизонтальной атмосферной трассе длиной до 500 м с высокой чувствительностью на уровне единиц ppb.

Разработан и реализован алгоритм идентификации и определения концентраций оксидов хлора, брома и азота, учитывающий подобранные спектральные диапазоны измерения для: диоксида хлора от 367 до 395 нм; монооксида брома – от 353 до 363 нм; диоксида азота – от 370 до 378 нм и от 390 до 405 нм для корректного расчета концентраций.

Сопоставление результатов измерений, полученных сертифицированным газоанализатором ДОАС-М1 и трассовым измерителем, на основе ультрафиолетовых светодиодов, показало хорошую согласованность между собой. В среднем погрешность измерения трассовым измерителем меньше в 1,5 раза. Это обусловлено, прежде всего, подборкой спектральных диапазонов для каждого исследуемого газа и спектральными характеристиками источников излучения.

Представлены результаты синхронных измерений оксидов хлора, брома и азота, выполненных с сентября по ноябрь 2019 г. в южной части г. Томска. Анализ сопоставления результатов измерений с направлением и скоростью ветра показал высокое влияние промышленных источников расположенных внутри и на окраинах города. Также из анализа для каждого исследуемого газа можно выделить преимущественные направления ветра, при которых были зарегистрированы высокие значения концентраций. Для диоксида азота такому направлению соответствует Северное. Для монооксида брома и диоксида хлора преимущественным направлением ветра является Северо-восток и Восток.

Газоанализатор ДОАС-М1 на основе дуговой ксеноновой лампы позволяет регистрировать значения концентраций оксидов хлора и брома с высокой чувствительностью, но используемый источник излучения накладывает свои ограничения на условия эксплуатации газоанализатора, что делает практически невозможным использование газоанализатора ДОАС-М1 в полевых условиях. Связаны они, прежде всего, с большим энергопотреблением (более 150 Вт) и не стабильностью дугового разряда. Кроме дуговой ксеноновой лампы использовался набор ультрафиолетовых светодиодов с низким энергопотреблением (не более 20 Вт) и излучающих в области 365, 383 и 395 нм. Использование УФ светодиодов совместно с многожильным световодом открывает новые возможности для ДОАС газоанализаторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Platt U., Janssen C. Observation and Role of the Free Radicals NO₃, ClO, BrO, and IO in The Troposphere // Faraday Discuss. – 1996. – V. 100. – P.175-189.
2. Wennberg P. Bromine explosion // Nature. – 1999. – V. 397. – P. 299-300.
3. Tuckermann M., Ackermann R., et. al. DOAS-observation of halogen radical-catalyzed Arctic boundary layer ozone destruction during the ARCTOC-campaigns 1995 and 1996 in Ny-Alesund // Spitsbergen. Tellus. – 1997. – V. 49B. – P.533-555.
4. Martin R.S., Mather T.A., Pyle D.M. High-temperature mixtures of magmatic and atmospheric gases // Geochem Geophy Geosy. – 2006. – No. 7:Q04006.
5. Galle B, Oppenheimer C, et. al. A miniaturized ultraviolet spectrometer for remote sensing of SO₂ fluxes: A new tool for volcano surveillance // J Volcanol Geoth Res. – 2003. – V. 119. – P.241-254.
6. Platt U., Stutz J. Differential optical absorbtion spectroscopy. – Berlin. Heidelberg: Springer Verlag. 2008. – 593 p.
7. Экология города: Учебник / Под ред. Ф.В.Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464с.
8. Межерис Р.М. Лазерное зондирование атмосферы. – М.: Мир, 1987. – 550 с.
9. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разделение и измерение. Теория и практика аналитической химии. – Пер. с англ./ Под ред. П.К. Агасяна. – М.: Химия, 1978. – 816 с.
10. Булдаков М.А., Матросов И.И., Петров Д.В., Тихомиров А.А. СКР-газоанализатор для анализа природных и техногенных газовых сред // Оптика атмосферы и океана. – 2012. – Т.25. – №2. – С.152–157.
11. О. Д. Горелик, И. Ш. Эцин. Контроль молекулярных микрокомпонентов атмосферы методами лазерной спектроскопии // Журн. аналит. химии. – 1984. – Т. 39. – №11. –С. 1925–1944.
12. P.L. Meyer, M.W. Sigrist. Atmospheric pollution monitoring using CO₂-laser photoacoustic spectroscopy and other techniques // Rev. Sei. Instrum. – 1990. – V.61, – N.7. – P.1779 – 1806.
13. Schotland R.M. The detection of the vertical profile of atmospheric gases by means of a ground-based optical radar // Proc. 3rd Symposium on Remote Sensing of the Environment. – 1964. – P. 215–224.
14. Лазерный контроль атмосферы / Под ред. Э. Д. Хинкли. – М., 1979. – 416 с.
15. Beil A., Daum R., Matz G. et al. Remote sensing of atmospheric pollutants by passive FTIR spectrometry // Proc. of SPIE. – 1998, – V. 3493, – P. 32-43.

16. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды / Под. ред. В.Н. Рождественна. – М. 2002. – 386 с.
17. Зуев В.Е., Зуев В.В. Дистанционное оптическое зондирование атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат. 1992. – 231 с.
18. Kovalev V.A., Eichinger W.E. Elastic lidar: Theory, practice, and analysis methods. – New York: JWS Inc. 2004. – 615 p.
19. Андреев Ю.М., Воеводин В.Г., Грибенюков А.И. и др. Трассовый газоанализатор на основе перестраиваемого CO₂-лазера с удвоением частоты // Журн. прикл. спектроскопии. – 1987. – Т. 47. – № 1. – С. 15-20.
20. Зуев В.Е., Кабанов М.В., Андреев Ю.М. и др. Эффективное параметрическое преобразование частоты ИК-лазеров и их применение // Изв. АН СССР. Сер. Физ. – 1988. – Т. 52, – № 6. – С. 1042-1048.
21. Platt U., Perner D., and Patz H. W. Simultaneous measurement of atmospheric CH₂O, O₃, and NO₂ by Differential Optical Absorption // J. Geophys. Res. – 1979. – Т. 84. – P.6329–6335.
22. Михайленко С.Н., Бабилов Ю.Л., Головкин В.Ф. Информационно-вычислительная система "Спектроскопия атмосферных газов". Структура и основные функции // Оптика атмосферы и океана. – 2005. – Т. 18. – № 09. – С. 765–776.
23. Hulst HC. Light scattering by small particles // Quar. J. of the Royal Meteorol. Soc. – 1957. – 470 p.
24. Marquardt D.W. An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters // J. Soc. Ind. Appl. Math. – 1963. – V. 11. – P. 431-441.
25. Albritton. D. L., Schmeltekopf A. L., Zare R. N. An Introduction to the Least-Squares Fitting of Spectroscopic Data // Molecular Spectroscopy: Modern Research. Academic Press. – 1976. – P. 1-67.
26. Jähne B. Digitale Bildverarbeitung (Digital Image Processing) / Berlin; Heidelberg: Springer Verlag. 2002. – 618 p.
27. Stutz J, Platt U. Numerical analysis and error estimation of the statistical error of differential optical absorption spectroscopy measurements with least-squares methods // Appl. Opt. – 1996. – V.35 – P. 6041-6053.
28. Спектроскопия атмосферных газов [Электронный ресурс]. URL: <http://spectra.iao.ru/> (дата обращения 20.05.2020).
29. Ганюков С.П., Хадарцев А.А., Хрупаев А.Г. Трансформация техногенных загрязнителей в атмосферном воздухе // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 12. – С. 158-164.

30. Хмелевцов С.С., Коршунов В.А., Вдовенков А.М.. Ультрафиолетовый трассовый газоанализатор ДООС-4Р // Оптика атмосферы и океана. – 2002. – Т. 15. – № 11. – С. 998-1003.
31. Stutz, J. and Platt, U. Improving long-path differential optical absorption spectroscopy with a quartz-beam mode mixer // Appl. Opt. – 1997. – V.36 – P.1105–1115.
32. Спектроскопия атмосферных газов [Электронный ресурс]. URL: <http://cfa.harvard.edu/hitran/> (дата обращения 20.05.2020).
33. Спектроскопия атмосферных газов [Электронный ресурс]. URL: <http://ara.lmd.polytechnique.fr/htdocs-public/products/GEISA/HTML-GEISA/index.html> (дата обращения 20.05.2020).
34. Rothman L.S., Jacquemart D.A., Barbe A.B. The HITRAN 2004 molecular spectroscopic database // Journal of quantitative spectroscopy and radiative transfer. – 2005. – V. 96. – P. 139–204
35. Pinardi G, Van Roozendaal M, Fayt C The influence of spectrometer temperature variability on the data retrieval of SO₂. In NOVAC second annual activity report // NOVAC consortium. – 2007. – V. 14, No 3. – P.44-48
36. Widenhorn R, Blouke MM, Weber A. et al. Temperature dependence of dark current in a CCD // Proc. of SPIE. – 2002. – V. 2495. – P. 22-27.
37. Geiko P.P., Smirnov S.S., Samokhvalov I.V. Detection of concentration small gas components of atmosphere by DOAS method // Optical Memory and Neural Networks (Information Optics). – 2015. – V. 24, – No 2. – P. 152–158
38. Vita F., Kern C., Inguaggiato S. Development of a portable active long-path differential optical absorption spectroscopy system for volcanic gas measurements // J. Sens. Sens. Syst. – 2014. – V. 3, – No 1. – P. 355–367.
39. Lee J. S, Kuk B. J. and Kim Y. J. Development of a Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) System for the Detection of Atmospheric Trace Gas Species; NO₂, SO₂, and O₃ // J. of the Korean Phys. Soc. – 2002. – V. 41. – No 5. – P. 693–698.
40. Kern C., Trick S., Rippel B., Platt U. Applicability of light-emitting diodes as light sources for active differential optical absorption spectroscopy measurements // Applied Opt. – 2006. – V. 45. – No 9. – P. 2077–2068.
41. Никольский С. М. Приближение функций многих переменных и теоремы вложения. – М.: Наука, 1969. – 480 с.
42. ООО “Томскнефтехим” [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sibur.ru/TomskNeftehim/> (дата обращения 23.01.2020).

43. АО НПО “Микроген” [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microgen.ru> (дата обращения 23.01.2020).

44. “Фармстандарт-Томскхимфарм” [Электронный ресурс]. URL: https://pharmstd.ru/page_19.html (дата обращения 23.01.2020).



Введите текст:

...или загрузите файл:

Файл не выбран...

Выбрать файл...

Укажите год публикации:

2020

Выберите коллекции

Все

Рефераты

Авторефераты

Иностранные конференции

PubMed

Википедия

Российские конференции

Иностранные журналы

Российские журналы

Энциклопедии

Англоязычная википедия

Анализировать

[Проверить по расширенному списку коллекций системы Руконтекст \(http://text.rucont.ru/like\)](http://text.rucont.ru/like)

Обработан файл:

Магистерская_диссертация_СмирновСС_2020.pdf.

Год публикации: 2020.

Оценка оригинальности документа - 98.02%

Процент условно корректных заимствований - 0.0%

Процент некорректных заимствований - 1.98%

[Просмотр заимствований в документе](#)

Время выполнения: 21 с.

Документы из базы

Источники заимствования

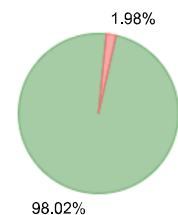
1. Разработка и исследование узлов двухчастотного NH₃-CO₂ лидара для получения пространственно-временной картины динамических процессов в атмосфере в диапазоне 9...13,5 мкм
<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01000784656?get=pdf>

Авторы: Чо, Чен Вхан.

Год публикации: 2000. Тип публикации: автореферат диссертации.

<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01000784656?get=pdf> (<http://dlib.rsl.ru/loader/view/01000784656?get=pdf>)

Показать заимствования (9)

В списке
литературыИсточники
Заимствования

1.98%

Дополнительно

[Значимые оригинальные фрагменты](#)
[Библиографические ссылки](#)
[Искать в Интернете](#)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Руководствуясь п.3.2 «Регламента размещения текстов научных докладов выпускных квалификационных работ в электронной библиотеке Научной библиотеки ТГУ» (приказ ректора №413/ОД от 24.05.2016), рекомендую разместить выпускную квалификационную работу Смирнова С.С. «Измерение концентраций оксидов хлора и брома в приземном слое атмосферы методом дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии в ультрафиолетовой области спектра» в репозитории НБ НИ ТГУ с изъятием основной части в связи с содержанием в ней производственных, технических, экономических, организационных и других сведений, в том числе о результатах интеллектуальной деятельности в научно-технической сфере, которые имеют действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам.

Руководитель ООП 12.04.02

д.ф.-м.н., профессор,
зав.каф. ОЭС и ДЗ НИ ТГУ

И.В. Самохвалов

Научный руководитель

д.ф.-м.н., доцент,
проф. каф. ОЭС и ДЗ

П.П. Гейко