

## ОТЗЫВ

официального оппонента Черемисина Александра Алексеевича  
на диссертацию Зуева Дмитрия Владимировича  
на тему «Спутниковый мониторинг выбросов диоксида серы техногенных  
объектов северных территорий Красноярского края»  
по специальности 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды,  
веществ, материалов и изделий на соискание ученой степени кандидата  
технических наук.

**Актуальность темы.** В настоящее время контроль за состоянием атмосферного воздуха на севере Красноярского края осуществляется с помощью наземных приборов. Так, например, в городе Норильск находится три стационарных поста и 15 постов имеется на территории Норильской промышленной зоны. Приборы расположены на высоте до 50 м. Данная система мониторинга имеет ряд недостатков: во-первых, по техническим характеристикам - точек наблюдения недостаточно, площадь загрязнения значительно больше, чем территория контроля наземной системы мониторинга и, главное, выбросы достигают примерно высоты одного километра, а наблюдение ведется до 50 м; во-вторых, данные являются корпоративной собственностью и имеют закрытый характер.

В этой связи диссертационная работа Зуева Д.В., посвященная разработке метода контроля выбросов диоксида серы на основе спутниковых данных, который позволяет отслеживать выбросы на больших площадях, в широком диапазоне высот и с хорошей периодичностью измерений, является актуальной.

Использование данных по выбросам диоксида серы спектрометров OMI и OMPS, установленных на спутниках AURA и SUOMI NPP (NASA) соответственно, является **основной идеей** диссертационной работы Зуева Д.В.

**Новыми результатами и новизной** диссертационной работы являются:

- предложенный метод контроля выбросов диоксида серы на основе спутниковых данных;
- предложенное информационное приложение, в автоматическом режиме обрабатывающее базы данных спектрометров OMI и OMPS;
- результаты сравнения данных двух спектрометров OMI и OMPS, которые подтвердили возможность использование этих данных для предложенного метода контроля;
- оценка выбросов диоксида серы за 2005-2017 гг. для Норильской промышленной зоны;

Основные научные результаты и выводы, представленные в работе, изложены корректно, лаконично, и полностью соответствуют содержанию исследований.

**Практическая значимость.** Разработанная технология и программное обеспечение может быть использовано для контроля выбросов диоксида серы для различных регионов, как на территории РФ, так и для других областей Земли. В частности, она может быть применена для контроля выбросов над такими промышленными территориями как Норильск, Мурманск, Челябинск.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов исследования обеспечивается корректным применением методов математической обработки спутниковых данных и надежностью самой спутниковой информации при применении аккуратных процедур отбраковки. Следует учесть, что автор провел сравнительное исследование спутниковых данных по загрязнению диоксидом серы, полученных с помощью различных приборов, установленных на различных спутниках, и показал, что при определенном усреднении эти данные хорошо соответствуют друг другу. В диссертации анализируются также литературные данные по исследованию степени надежности спутниковых данных по содержанию диоксида серы в атмосфере.

Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 82 рисунка, 44 таблицы. Список литературы составляет 128 источников.

**Апробация работы.** Результаты исследований опубликованы в 19 научных статьях, в том числе 6 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 – в иностранных научных изданиях, реферируемых в БД Web of Science и Scopus. Получено Свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ №2018619947 «Информационное приложение по обработке спутниковых данных». Результаты исследований были доложены на 13 Всероссийских научно-технических конференциях и международных форумах.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель и поставлены задачи исследования, обозначены направления их решений.

В первой главе автор исследует существующие методы и приборную базу для контроля выбросов диоксида серы в атмосферу. Показаны недостатки в существующей наземной системе контроля. Приведены результаты воздействия выбросов диоксида серы на экосистему, здоровье населения, проживающего на исследуемой территории. Анализируя наземный метод контроля и возможности спутниковых систем, автор приходит к выводу, что в дополнение наземного метода необходимо применять спутниковые данные как объективный, независимый источник для мониторинга атмосферы исследуемого района.

Во второй главе автором представлен метод контроля выбросов диоксида серы на основе спутниковых данных для северных территорий Красноярского края. Представлен метод обработки спутниковых данных и метод оценки состояния окружающей среды

исследуемой территории. Приведены технические характеристики спутниковых сенсоров OMI и OMPS, устанавливаемых на космические аппараты AURA и SUOMI NPP. Произведена оценка перспектив применения данных инструмента OMPS для контроля выбросов диоксида серы после завершения функционирования спектрометра OMI. Представлено информационное приложение, позволяющее в автоматическом режиме обрабатывать спутниковые данные.

**В третьей главе** автором представлены результаты исследования выбросов диоксида серы для Норильской промышленной зоны в 2005-2017 гг. в течение 3200 дней. Автор подробно оценивает содержание диоксида серы по трем параметрам: по массе, по концентрации и площади загрязнения. Приводятся результаты исследования. Предлагается метод визуализации данных, построены карты-схемы состояния атмосферного воздуха Норильской промышленной зоны.

**Четвертая глава** посвящена отчету о внедрении практических рекомендаций, разработанных с применением предложенного автором диссертации метода, на ООО «Экоресурс», в учебный процесс Института инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный университет» на кафедре «Теплофизика» и в научно-исследовательскую работу Института вычислительного моделирования СО РАН.

#### **Замечания по работе:**

1. В диссертации использовано понятие "зимние месяцы", при этом имеется в виду период с октября по май. Обычно в таком случае используется термин "холодный период".

2. Известно, что выбросы диоксида серы над Норильском и другими такого рода источниками загрязнений достигают верхней тропосферы. Между тем автор ограничился исследованием до высоты 900 м и не сделал оценку для больших высот.

3. При построении карт-схем рисков загрязнения атмосферы, автор произвольно разбил исследуемую территорию на 16 равных участков. Имел бы смысл провести дополнительное исследование для оценки их размеров.

4. В пункте 3.3 результаты на рисунках представлены в терминах экологического риска, хотя проводится оценка средней концентрации диоксида серы в слое до 900 м. При этом используется связь между этими величинами, которая не является общепринятой.

5. Текст диссертации не свободен от неточностей терминологии и опечаток. Например, термин карты-схемы пишется то через дефис, то раздельно.

6. Большое затруднение вызывает рассмотрение многих графиков, из-за того, что исходные рисунки были подготовлены в цветном варианте, а их адаптация в черно-белом стиле не проведена.

Указанные недостатки не снижают общего благоприятного впечатления от диссертационной работы.

### **Выводы.**

Диссертация Зуева Дмитрия Владимировича соответствует специальности 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение актуальной задачи разработки нового метода контроля выбросов диоксида серы на основе спутниковых данных. Полученные результаты обладают новизной и практической значимостью для мониторинга атмосферы.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 "Положения о присуждении учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Зуев Дмитрий Владимирович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Прфессор кафедры общепрофессиональных дисциплин,

доктор физико-математических наук, профессор

Черемисин Александр Алексеевич

Тел. (391) 248-16-44

E-mail: aacheremisin@gmail.com

*Черемисин*

Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»

660028, РФ, г. Красноярск, ул. Ладо Кецховели, 89

«01» апреля 2019 г.

*Подпись Черемисина  
снчалась по надра*

