

ОТЗЫВ
официального оппонента Швецова Евгения Геннадьевича
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 (технические науки)
на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы диссертационной работы. На сегодняшний день в Норильском промышленном районе и городе Норильске остро стоят экологические проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха. Так, Норильск регулярно входит в список городов России и мира, характеризуемых наиболее высокими уровнями загрязнения окружающей среды. При этом диоксид серы является основным загрязняющим веществом, оказывающим негативное влияние на экологию района и здоровье людей. Хотя на предприятиях и функционирует наземная система контроля качества воздуха, измерения имеют небольшой пространственный охват и не позволяют определить направление дальнейшего распространения выбросов. Между тем, в настоящее время в открытом доступе находятся спутниковые данные, позволяющие оценивать содержание диоксида серы в атмосфере во всем мире, включая Норильский промышленный район. Таким образом, диссертационная работа Д.В. Зуева, направленная на использование спутниковых данных при оценке экологических рисков в Норильском промышленном районе, является актуальной.

Основная идея диссертационной работы заключается в использовании открытых архивов спутниковых данных по содержанию диоксида серы в атмосфере для повышения качества экологического мониторинга северных территорий Красноярского края. Для этого автором предложены методы контроля и оценки выбросов диоксида серы в атмосферу, а также разработано информационное приложение для обработки данных со спутниковых систем AURA/OMI и SNPP/OMPS.

Наиболее значимыми результатами диссертации следует признать разработанный метод контроля выбросов диоксида серы в атмосферу на основе спутниковых данных и информационное приложение для обработки данных спектрометров OMI и OMPS. Также научную значимость имеют результаты сравнительного анализа данных спектрометров OMI и OMPS, и результаты мониторинга выбросов диоксида серы в атмосферу Норильской

промышленной зоны, показавшие, что уровень экологического риска является высоким, а местами неприемлемым.

Научная новизна исследования заключается в том, что автором разработан метод контроля выбросов диоксида серы по спутниковым данным, а также разработано информационное приложение для автоматизированной обработки данных таких систем как AURA/OMI и SNPP/OMPS. Кроме того, впервые на основании данных дистанционного зондирования была выполнена оценка экологических рисков загрязнения атмосферы диоксидом серы для северных территорий Красноярского края.

Практическое значение результатов работы заключается в разработке технологии обработки архивов спутниковых данных для оценки выбросов диоксида серы в атмосферу. Автором разработаны методы и рекомендации по контролю и оценке экологического состояния окружающей среды Норильской промышленной зоны. Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, внедрены в производственную и учебную работу ряда организаций.

Достоверность полученных результатов и сделанных на их основе выводов подтверждается корректным использованием методов математической обработки данных, использованием стандартных программ для обработки экспериментальных данных, а также непротиворечивостью исследований других авторов. Полученные автором результаты обсуждались на российских и международных конференциях, опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Апробация работы. Результаты исследований соискателя докладывались на 10 международных и российских научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 19 работ (из них 6 в российских журналах, рекомендованных ВАК РФ и 2 в журналах, входящих в системы Web of Science и Scopus). На информационное приложение, разработанное в ходе выполнения диссертационной работы, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общая характеристика работы.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и четырех приложений. Диссертация изложена на 124

страницах основного текста, включает 81 рисунок и 42 таблицы. Список литературы содержит 127 наименований.

Во введении соискателем обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель исследования, заключающаяся в повышении качества системы экологического мониторинга путем контроля выбросов диоксида серы на основе спутниковых данных. Здесь же сформулированы задачи, требующие решения для достижения поставленной цели.

В первой главе диссертации проведен обзор литературы о методах и приборной базе для контроля выбросов диоксида серы в атмосферу. Рассмотрены системы контроля выбросов диоксида серы, используемые на предприятиях ПАО «ГМК «Норильский Никель», проведен анализ недостатков существующей наземной системы мониторинга выбросов, а также влияния, оказываемого выбросами диоксида серы на состояние экосистемы и здоровье населения.

Вторая глава посвящена разработке метода для контроля выбросов диоксида серы на основе спутниковых данных. Приведен обзор основных технических характеристик спутниковых инструментов AURA/OMI и SNPP/OMPS, данные которых были использованы в диссертационной работе. Дано описание использованных в работе данных, а также подходов и алгоритмов для их обработки. Представлена методика оценки выбросов диоксида серы на исследуемой территории, а также сделан обзор работ, посвященных валидации результатов измерений, сделанных спектрометром OMI. Особое место занимает сравнительный анализ данных спектрометров OMI и OMPS, который подтверждает возможность использования прибора OMPS для контроля выбросов диоксида серы после вывода из эксплуатации системы AURA/OMI.

Третья глава содержит результаты экспериментальных исследований выбросов диоксида серы в атмосфере Норильской промышленной зоны за 2005 – 2017 гг. Автором выполнен большой объем работ по оценке концентраций диоксида серы на территории Норильского промышленного района, как в суточном, так и месячном временных масштабах. Проведена оценка массы выбросов SO_2 и площади их распространения за период 2005 – 2017 годов. Представлены результаты сравнительного анализа спутниковых данных по массе выбросов диоксида серы с данными наземной системы контроля ПАО «ГМК «Норильский Никель». Для северных территорий Красноярского края построены картосхемы зон экологического риска, связанного с выбросами диоксида серы в атмосферу.

Четвертая глава включает практические рекомендации по применению ранее представленного метода оценки выбросов диоксида серы по спутниковым данным. Представлен алгоритм оценки состояния атмосферного воздуха, а также методика построения картосхем экологического риска для района исследования.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. В Главе 1 диссертации не хватает обзора исследований в области применения спутниковых данных для мониторинга природных и антропогенных загрязнений атмосферы, хотя именно на использовании спутниковых данных и строится диссертационная работа. Частично данный пробел устраняется во второй главе, однако там, в основном, обсуждается только один аспект – сравнение спутниковых данных с данными наземных/авиационных измерений.
2. В работе используются данные с инструментов OMI и OMPS в текстовом и графическом форматах. При этом в тексте диссертации очень поверхностно описана «графическая» база данных и методы работы с этими данными. Непонятно в каком формате представлены графические данные. Если это растр, то какие данные содержит каждый пиксель этого растра? Какое пространственное разрешение имеют данные, как осуществлялась географическая привязка, какие программные средства были использованы для обработки?
3. Глава 4 диссертации не содержит какой-либо новой информации. Она имеет очень небольшой объем (7 страниц) и лишь повторяет информацию, приведенную во второй главе. Так, раздел 4.1 фактически повторяет содержание раздела 2.7, раздел 4.2 повторяет раздел 2.3, а раздел 4.3 повторяет раздел 2.8.
4. Непонятен принцип, в соответствии с которым упорядочен список литературы. Источники не отсортированы ни в алфавитном порядке, ни в порядке упоминания в тексте. Кроме того, не на все источники из списка литературы присутствуют ссылки в тексте диссертации. Например, ссылки отсутствуют на источники под номерами 20 – 32.
5. Оформление диссертации не лишено ошибок и погрешностей. Например, первые таблицы в Главах 1 и 3 имеют номера 1.2 (стр. 21) и 3.2 (стр. 79), соответственно. При этом таблицы с номерами 1.1 и 3.1 отсутствуют. То же относится и к рисунку 3.2 (стр. 78), рисунок с

номером 3.1 отсутствует. Рисунок 2.22 подписан как Таблица 2.22 (стр. 60).

Приведенные замечания не ставят под сомнение полученные соискателем результаты и сделанные на их основе выводы и не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе.

Заключение.

Диссертация Зуева Дмитрия Владимировича соответствует специальности 05.11.13 (Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий), имеет внутреннее единство и является завершённой научно-квалификационной работой. В диссертации содержится решение актуальной научной задачи повышения качества экологического мониторинга для северных территорий Красноярского края.

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 ему учёной степени кандидата технических наук.

Научный сотрудник лаборатории мониторинга леса,
кандидат технических наук (05.11.13 – приборы и методы контроля
природной среды, веществ, материалов и изделий),
Швецов Евгений Геннадьевич
Тел. 8(391)249-40-92,
E-mail: eugeneshvetsov11@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения
Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ
КНЦ СО РАН
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28.

«29» марта 2019 г.



Швецов Евгений Геннадьевич
заверяю