

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО  
МОНИТОРИНГА «АЭРОКОСМОС»

УДК 502.3-027.21  
№ госрегистрации 114100940032  
Инв. №

УТВЕРЖДАЮ

Директор НИИ «АЭРОКОСМОС»  
академик РАН, д.т.н., профессор

Бондур В.Г.

« 30 » 06 2016 г.

ОТЧЕТ  
О ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Разработка методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения  
углеродсодержащих газовых компонентов и аэрозолей в воздушной среде Северной и  
Восточной Евразии по данным космического мониторинга

по теме:

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

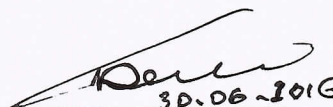
(промежуточный)

Этап 4

«ЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям  
развития научно-технологического комплекса на 2014-2020 годы»

Соглашение о предоставлении субсидии от 08.08.2014 г. № 14.583.21.0003

Руководитель проекта,  
академик РАН, д.т.н., профессор

  
30.06.2016  
(подпись, дата)

В. Г. Бондур

Москва 2016

## РЕФЕРАТ

Отчет 101 с., 4 ч., 65 рис., 7 табл., 74 источников.

ЭМИССИИ, МАЛЫЕ ГАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ, АЭРОЗОЛЬ, АТМОСФЕРА, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ, СПУТНИКОВЫЕ И НАЗЕМНЫЕ ДАННЫЕ, АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, СБОР И ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Объектом исследования являются эмиссии и распространение углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде.

Целью настоящей работы является разработка и экспериментальная отработка методов и технологий мониторинга состояния воздушной среды для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в интересах предупреждения и уменьшения негативных последствий от природных пожаров.

Целью совместных научных исследований является развитие и реализация новых подходов к мониторингу состояния воздушной среды с учётом антропогенных и природных воздействий, ориентированных на разработку методов и технологий мирового уровня, позволяющих снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, а также усилить координацию исследовательской деятельности между Российской Федерацией и КНР.

Методы и методология проведения работы

В качестве основных методов проведения работ на данном этапе ПНИ использовались: методы экспериментальных исследований в области оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде, методы и технологии сбора и обработки спутниковых данных, методы проектирования баз данных, методология функционального моделирования IDEF0.

Результаты работы

В ходе выполнения 4-го этапа ПНИ: «Экспериментальные исследования» получены следующие основные результаты:

- а) Проведены экспериментальные исследования макета системы для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей.
- б) Сформирован фрагмент Базы данных для тестовых участков территории Российской Федерации на основании спутниковых данных.
- в) Проведен анализ и обобщение результатов ПНИ по 4 этапу.

Работы, выполненные иностранным партнером - Институтом дистанционного зондирования и цифровой Земли Китайской академии наук (RADI):

- г) Проведены исследования методик и технологий измерения и оценки объема эмиссий малых газовых компонент (CO, CO<sub>2</sub>).

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАКЕТА СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ ЭМИССИЙ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВЫХ КОМПОНЕНТ И АЭРОЗОЛЕЙ.....	11
1.1 Общие положения .....	11
1.2 Описание результатов экспериментальных исследований макета системы.....	11
1.2.1 Проверка комплектности технической документации на макет системы.....	11
1.2.2 Проверка комплектности Макета системы, его соответствия технической документации.....	12
1.2.3 Проверка соответствия характеристик аппаратных средств, общего и общесистемного программного обеспечения Макета системы технической документации и требованиям ТЗ.....	13
1.2.4 Проверка соответствия возможностей Макета системы требованиям по назначению .....	15
1.2.5 Проверка реализации при создании Макета системы «клиент- серверной» технология хранения данных и информационного обмена....	16
1.2.6 Проверка возможности получения данных от заданных внешних источников и реализации функций сбора и предварительной обработки данных с помощью Модуля КД.....	20
1.2.7 Проверка возможности расчета объемов эмиссий углеродсодержащих газовых компонент (CO, CO <sub>2</sub> ) и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах с помощью модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, получаемых прибором MODIS (КА Terra, Aqua) .....	34
1.2.8 Проверка возможности построения карт распространения углеродсодержащих газовых компонент (CO, CO <sub>2</sub> ) и аэрозолей в воздушной среде с выявления изменений концентрации углеродсодержащих газовых компонент (CO, CO <sub>2</sub> ) с помощью Модулей КА и КО.....	47
Заключение по Разделу 1 .....	64
2 ФОРМИРОВАНИЕ ФРАГМЕНТА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ УЧАСТКОВ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ОСНОВАНИИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ.....	65
2.1 Общие положения .....	65
2.2 Используемые данные .....	66
2.2.1 Типы используемых данных.....	66
2.2.2 Описание форматов, используемых данных.....	70
2.2.3 Иерархическая структура файлового хранилища.....	71
2.3 Основные источники данных.....	73

2.4 Описание фрагмента Базы данных для тестовых участков территории Российской Федерации на основании спутниковых данных .....	76
Заключение по Разделу 2 .....	84
3 АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПНИ ПО 4 ЭТАПУ .....	85
3.1 Обобщение результатов, достигнутых на 4-м этапе ПНИ.....	85
3.2 Анализ выполнения требований Технического задания на Пни....	88
Заключение по Разделу 3 .....	89
4 РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ИНОСТРАННЫМ ПАРТНЕРСМ.....	90
Заключение по Разделу 4 .....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – АКТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ...102	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работы на четвертом этапе прикладных научных исследований (ПНИ) по теме: «Разработка методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде Северной и Восточной Евразии по данным космического мониторинга» посвящены экспериментальным исследованиям Макета системы, предназначенного для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде по данным космического мониторинга.

На основании анализа и оценки результатов, полученных при выполнении 4-го этапа ПНИ и разработанных материалов, представленных в настоящем отчете, можно сделать следующие основные выводы:

1. Проведены экспериментальные исследования Макета системы для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей, продемонстрировавшие на практике возможности функциональных подсистем и программных модулей Макета системы и подтвердившие выполнение установленных Техническим заданием (ТЗ) требований.

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили следующие возможности Макета системы:

- получения данных от внешних источников и реализации функций сбора и предварительной обработки данных, полученных аппаратурой MODIS (Terra, Aqua), AIRS(Aqua) и OMI(Aqua) с помощью Модуля КД, что удовлетворяет условиям пунктов 4.1.1.1-4.1.1.3, 4.1.7.4, 4.2.1 ТЗ;

- расчета объемов эмиссий углеродсодержащих газовых компонент (CO, CO<sub>2</sub>) и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах с учетом коэффициентов эффективности для различных типов растительности с помощью Модуля КМ (п. 4.1.1.4 ТЗ);

- построения карт распространения углеродсодержащих газовых компонент (CO, CO<sub>2</sub>) и аэрозолей в воздушной среде и выявления изменений концентрации углеродсодержащих газовых компонент (CO, CO<sub>2</sub>) с помощью Модулей КА и КО (выполнено требование ТЗ п. 4.1.1.5);

- расчета концентраций углеродсодержащих газовых компонент (CO, CO<sub>2</sub>) по данным прибора AIRS (спутник Aqua), которые позволяют проанализировать состояние воздушной среды в пожароопасный период. Что подтверждает выполнение требования ТЗ п. 4.1.7.5;

- получения информационных продукты в виде геопривязанных карт распространения аэрозолей в пожароопасный период (выполнено требование ТЗ п. 4.1.1.5, 4.1.1.6).

2. По полученным в результате экспериментальных исследований модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, получаемых прибором MODIS (Модуля KM) данным для выбранных тестовых участков: Дальневосточного федерального округа и Сибирского федерального округа Российской Федерации и Северо-Восточной части Китая построены гистограммы, отражающие распределения площадей природных пожаров и объемов эмиссий CO, CO<sub>2</sub> и PM<sub>2,5</sub> для тестовых участков в период с апреля по октябрь 2010-2015 гг.

3. В результате экспериментальных исследований модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды (Модуля KA) по космическим данным, полученным с прибора AIRS (спутник Aqua), построены карты, показывающие распространения оксида и диоксида углерода (CO, CO<sub>2</sub>) в пожароопасный период с апреля по октябрь 2010-2015 гг. для выбранных тестовых участков.

4. По результатам проведенных экспериментальных исследований модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды (Модуля KO) построены карты, показывающие распространения аэрозолей в воздушной среде, возникающих при природных пожарах, по данным, полученным прибором OMI (KA Aura) в период с апреля по октябрь 2014, 2015 гг. для выбранных тестовых участков.

5. Сформирован фрагмент БД данных результатов оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах для тестовых участков территории Российской Федерации, полученных по данным дистанционного зондирования, включивший в себя исходные космические данные, полученные со следующих космических аппаратов: KA Terra (аппаратура MODIS), KA Aqua (аппаратура MODIS, AIRS), KA Aura (аппаратура OMI), предварительно обработанные данные, результаты тематической обработки, а также их визуализацию. Общий объем сформированного фрагмента БД на настоящий момент составляет порядка 2 Гб (~2000 файлов).

Сформированный фрагмент БД наглядно показывает возможность оперативного доступа к полученным результатам, обобщения и анализа большой группы данных, полученных при оценке объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах.

6. Проведенная оценка полноты решения задач и эффективности полученных результатов показала, что задачи, поставленные на 4-м этапе ПНИ, решены полностью и соответствуют требованиям Соглашения на выполнения прикладных научных исследований. Согласно всем критериям, применяемым к оценке научных исследований, результаты,



полученные в ходе выполнения 4-го этапа работ, являются высокоэффективными и выполнены на высоком научно-техническом уровне.

7. Результаты, полученные на 4-м этапе работ, будут использованы на последующих этапах ПНИ при проведении маркетинговых исследований, а также при разработке Проекта технического задания на проведение ОКР по созданию системы для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде, возникающих при природных пожарах, по данным космического мониторинга.

Система комплексного мониторинга природных пожаров и их последствий внесёт значимый вклад в решение проблем, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности, а также позволит обеспечить возможность проведения комплексного мониторинга загрязнений атмосферы для выявления последствий природных пожаров.

8. В соответствии с Техническим заданием и Планом графиком выполнения ПНИ иностранным партнером Институтом дистанционного зондирования и цифровой Земли Китайской академии наук (RADI) на 4-м этапе ПНИ проведены исследования методик и технологий измерения и оценки объема эмиссий малых газовых компонент (CO, CO<sub>2</sub>), а также анализ распределения малых газовых компонент (CO, CO<sub>2</sub>) в тестовых районах Китая.

Результаты работ иностранного партнера представлены в Аннотационном отчете.

9. Сведения о ходе выполнения настоящих прикладных научных исследований размещены на официальном сайте НИИ «АЭРОКОСМОС»:

[http://www.aerocosmos.info/proekty/project\\_5/obshchaya\\_kharakteristika\\_5.php](http://www.aerocosmos.info/proekty/project_5/obshchaya_kharakteristika_5.php).