

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-р техн. наук, профессор

Бондур В.Г.

« » _____ 2014 г.

**ОТЧЕТ
О ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТАХ**

**«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»**

Шифр темы «2014-14-585-0007-005»

Соглашение на предоставление субсидии от «08» августа 2014 г. № 14.583.21.0003
в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям
развития научно-технологического комплекса на 2014-2020 годы»

(промежуточный)

Этап № 1: «Выбор направлений исследований»

Руководитель темы
академик РАН, д-р техн. наук,
профессор

подпись, дата

В. Г. Бондур

Москва 2014

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:	В.Г. Бондур
академик РАН, д.т.н., профессор	(по всем разделам)
Исполнители темы:	
Ведущий инженер	М.В. Гапонова
	(по всем разделам)
Заведующий отделом	М.Н. Цидилина
	(Раздел 1)
Инженер	К.А. Арутюнян
	(Раздел 1)
Инженер	О.С. Воронова
	(Раздел 1,2)
Младший научный сотрудник	Е.С. Митюшина
	(Раздел 1, 3)
Инженер	М.А Тарасова
	(Раздел 1)
Младший научный сотрудник	А.Н. Трекин
	(Раздел 2)
Старший научный сотрудник, к.т.н.	А.Б. Мурынин
	(Раздел 2)
Младший научный сотрудник	Е.В. Гапонова
	(Раздел 1)
Инженер	А.П. Тушнова
	(Раздел 4)
Заведующий отделом	В.Е. Воробьев
	(Раздел 1)
Научный сотрудник	Е.В. Черепанова
	(Раздел 3)
Ведущий инженер	В.Л. Кладов
	(Раздел 1)

РЕФЕРАТ

Отчет 126с., 4 ч., 40 рис., 5 табл., 230 источников, 1 прил.

ЭМИССИИ, МАЛЫЕ ГАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ, АЭРОЗОЛЬ, АТМОСФЕРА, ПРИРОДНЫЕ ПОЖАРЫ СПУТНИКОВЫЕ И НАЗЕМНЫЕ ДАННЫЕ, КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ 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 анализа, систематизации и обобщения научных материалов о состоянии мировых исследований в области разработки методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде.

Результаты работы

В ходе выполнения **1-го этапа ПНИ**: «Выбор направлений исследований» получены следующие **основные результаты**:

а) Проведен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и российских научных журналах, монографии (более 25 научно-информационных источников за период 2004 – 2014 гг.).

б) Проведены выбор и обоснование направления исследования, в том числе:

- разработка вариантов возможных решений поставленных задач и проведение их сравнительной оценки;

- обоснование выбора оптимального варианта решения поставленных задач.

в) Проведены патентные исследования по ГОСТ 15.011-96.

г) Проведен анализ и обобщение результатов ПНИ по 1 этапу.

Работы, выполненные иностранным партнером:

д) Разработаны алгоритмы определения аэрозольной оптической толщины над поверхностью суши по данным космического мониторинга.

е) Проведена валидация полученных результатов.

Степень внедрения

Внедрение предлагаемых разработок даст возможность обеспечения комплексного мониторинга загрязнений атмосферы для исследования последствий природных пожаров. Система комплексного мониторинга природных пожаров и их последствий внесёт значимый вклад в решение проблем, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности. Внедрение планируется на последующих этапах выполнения ПНИ и после его завершения.

Область применения результатов ПНИ

Результаты ПНИ будут востребованы Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, различными ВУЗами, организациями субъектов Российской Федерации, предприятиями реального сектора экономики, иностранными организациями, институтами РАН входящими в состав Федерального агентства научных организаций.

Возможными путями и действиями по доведению результатов исследований до потребителей являются: публикации в научных журналах, в том числе электронных; доклады о результатах исследований на российских и международных конференциях; участие в российских и международных выставках по тематике исследований; размещение информации о результатах на сайте организации; подготовка обоснованных предложений по использованию результатов исследований при подготовке профильных специалистов.

Значимость работы определяется возможностью оценки состояния воздушной среды и негативных воздействий на нее от природных пожаров с применением новых методов и технологий по данным космического мониторинга.

Работы выполняются в координации с партнерским китайским проектом, что стимулирует развитие международных интеграционных процессов в науке и содействует формированию устойчивых кооперационных связей российских и китайских научно-исследовательских организаций.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	16
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ, НОРМАТИВНОЙ, МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ЗАТРАГИВАЮЩЕЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКУЮ ПРОБЛЕМУ, ИССЛЕДУЕМУЮ В РАМКАХ ПНИ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОБЗОР НАУЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ: СТАТЬИ В ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ И РОССИЙСКИХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛАХ, МОНОГРАФИИ - НЕ МЕНЕЕ 25 НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗА ПЕРИОД 2004 - 2014 ГГ.	20
1.1 Общие положения.....	20
1.2 Природные пожары как основной источник эмиссий углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей.....	23
1.3 Обзор существующих космических методов и технологий мониторинга и прогнозирования состояния воздушной среды при природных пожарах.....	26
1.3.1 Методы и средства дистанционного мониторинга атмосферы.....	26
1.3.2 Методы расчёта объёмов эмиссий углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей с использованием космических данных.....	36
1.4 Космические средства, используемые для мониторинга эмиссий газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде.....	48
1.4.1 Российские метеорологические спутниковые системы «Метеор».....	48
1.4.2 Космическая система наблюдения Земли EOS.....	53
1.4.3 Метеорологическая спутниковая система NOAA (AVHRR).....	59
1.4.4 Спутники MetOP.....	59
1.4.5 Спутник Envisat.....	61
1.4.6 Спутник SUOMI NPP.....	61
1.4.7 Японский космический аппарат IBUKI (GOSAT).....	63
1.4.8 Китайские метеорологические спутники серии FengYun.....	64
1.4.9 Перспективная система The Cloud-Aerosol Transport System (CATS).....	64
1.5 Анализ информационных продуктов, получаемых при космическом мониторинге эмиссий газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде.....	66
1.5.1 Информационные продукты, полученные по данным спутников Terra, Aqua, NOAA...67	
1.5.2 Информационные продукты, полученные по данным спутника Aura.....	78
1.5.3 Информационные продукты, полученные по данным спектрометра SCIAMACHY спутника Envisat.....	81
1.5.4 Информационные продукты, полученные по данным спутника MetOp.....	83
1.5.5 Информационные продукты, полученные по данным спутника Calipso.....	83
1.5.6 Информационные продукты, полученные по данным спутника GOSAT.....	84
1.5.7 Информационные продукты, полученные по данным спутника Suomi-NPP.....	85
1.5.8 Информационные продукты, полученные по данным спутников серии Метеор-М.....	86
2 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	90

2.1 Разработка вариантов возможных решений поставленных задач и проведение их сравнительной оценки.....	90
2.2 Обоснование выбора оптимального варианта решения поставленных задач.....	94
2.2.1 Выбор и обоснование метода более надежного определения очагов природных пожаров.....	94
2.2.2 Выбор и обоснование метода определения площади природных пожаров на основании анализа космических изображений.....	95
2.2.3 Выбор и обоснование метода оценки объемов эмиссий углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах по данным космического мониторинга.....	97
2.2.4 Выбор и обоснование метода оценки динамики распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде.....	98
2.2.5 Комплексное решение задачи оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент при природных пожарах.....	102
3 ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГОСТ 15.011-96.....	104
4 АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПНИ ПО 1 ЭТАПУ.....	105
4.1 Обобщение достигнутых на 1-м этапе ПНИ результатов.....	105
4.2 Анализ выполнения требований технического задания на ПНИ.....	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ А - ОТЧЕТ О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГОСТ 15.011-96.....	126

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа и оценки результатов, полученных при выполнении 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» и разработанных материалов, представленных в настоящем отчете, можно сделать следующие **основные выводы**:

1. Проведен аналитический обзор информационных источников о современных спутниковых методах и средств мониторинга за период 2004 – 2014 гг. (более 200 источников), который продемонстрировал перспективность использования данных космического мониторинга для оценки объемов эмиссий и пространственного распределения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде Северной и Восточной Евразии, а также позволил выявить основные тенденции развития космических средств, существующих в настоящее время, таким образом определив основные направления дальнейших исследований.

2. На основании результатов анализа существующих космических средств и информационных продуктов, получаемых при космическом мониторинге эмиссий газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде, показано, что для определения очагов пожаров наиболее предпочтительно использование данные полученных со спутников AQUA, TERRA, AURA, а также спутников NOAA и Метеор-М.

3. Задача оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах будет решаться следующим образом:

- выявление очагов природных пожаров и областей пройденных огнем по космическим данным;
- определение площади природных пожаров на основании анализа космических изображений;
- расчет эмиссии углеродсодержащих газовых и аэрозольных компонент, вызванных данным пожаром;
- оценка распространения примесей в атмосферу;
- оценка динамики распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде.

4. Для комплексного решения задач оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент при природных пожарах планируется провести доработку методов определения объемов эмиссии и прогнозирования распространения примесей в атмосферу, разработанной в НИИ «АЭРОКОСМОС», с разработкой дополнительных

программных модулей, учитывающих специфику задач, поставленных в настоящем прикладном научном исследовании.

5. В ходе 1-го этапа ПНИ проведены патентные исследования, которые выявили, что объект исследования является патентно-чистым и способным к патентной охране в Российской Федерации. Патентная чистота на методы обеспечена в отношении Российской Федерации и других стран мира.

6. Проведенная оценка полноты решения задач и эффективности полученных результатов показала, что задачи, поставленные на 1-м этапе ПНИ, решены полностью и соответствуют требованиям Соглашения. Согласно всем критериям, применяемым к оценке научных исследований, результаты, полученные в ходе выполнения 1-го этапа работ, являются высокоэффективными и выполнены на высоком научно-техническом уровне.

7. Результаты, полученные на 1-м этапе, будут использованы на последующих этапах ПНИ при разработке методов и технологий оценки объёмов эмиссий и распространения малых газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде с использованием данных о пожарах, полученных аэрокосмическими методами, что позволит обеспечить возможность комплексного мониторинга загрязнений атмосферы для исследования последствий природных пожаров. Система комплексного мониторинга природных пожаров и их последствий внесёт значимый вклад в решение проблем, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности.

8. В соответствии с Техническим заданием и Планом графиком выполнения ПНИ иностранным партнером на 1-м этапе ПНИ проведена разработка алгоритмов определения аэрозольной оптической толщины над поверхностью суши по данным космического мониторинга и валидация полученных результатов исследований. Результаты работ иностранного партнера представлены в Аннотационном отчете.