

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

№ госрегистрации 114101040001

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

_____ Бондур В.Г.

« » _____ 2015 г.

**ОТЧЕТ
О ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий
газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и
результатов моделирования**

по теме:

**РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПОВ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ
МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ
ЭМИССИЙ ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ И АЭРОЗОЛЕЙ В АТМОСФЕРУ НА ОСНОВЕ
КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

(промежуточный)

Этап 3

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

Соглашение о предоставлении субсидии от 08.09.2014 г. № 14.586.21.0004

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

_____ В.Г. Бондур

« » _____ 2015 г.

Москва 2015

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:

академик РАН, д.т.н., профессор

В.Г. Бондур (по всем разделам)

Исполнители темы:

Младший научный сотрудник

Е.В. Гапонова (по всем разделам, введение, заключение)

Научный сотрудник

Е.В. Черепанова (раздел 1,2,3)

Заведующий отделом

М.Н. Цидилина (раздел 1)

Старший инженер

О.С. Воронова (раздел 1,2,3)

Старший научный сотрудник, к.т.н.

А.Б. Мурынин (раздел 1,2)

Младший научный сотрудник

А.Н. Трекин (раздел 1,2)

Младший научный сотрудник

В.Ю. Игнатъев (раздел 2,3)

Руководитель группы, к.т.н.

С.А. Улановский (раздел 1)

Инженер

М.А. Тарасова (раздел 1,2,3)

Инженер

К. А. Арутюнян (раздел 1,2,3)

Младший научный сотрудник

Е.С. Митюшина (раздел 1,2)

Ведущий инженер

М.В. Гапонова (раздел 1)

Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н., профессор

А.Е. Алоян (раздел 1)

Старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.

В.О. Арутюнян (раздел 1)

Ведущий научный сотрудник, д.х.н., профессор

А.Н. Ермаков (раздел 1)

Инженер

А.П. Тушнова (раздел 1)

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
СОКРАЩЕНИЯ.....	8
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 Разработка прототипа комплекса программных и технических решений, реализующих разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования.....	11
1.1 Общие положения.....	11
1.2 Назначение и область применения	13
1.3 Общее описание программных и технических решений.....	13
1.4 Описание функционирования прототипа комплекса программных и технических решений.....	17
1.5 Разработка программного модуля сбора и предварительной обработки данных, получаемых от внешних источников	24
1.5.1 Назначение и область применения	24
1.5.2 Постановка задачи.....	24
1.5.3 Описание функционирования модуля.....	24
1.5.4 Описание входных и выходных данных	26
1.6 Разработка программного модуля тематической обработки данных и их визуализации.....	26
1.6.1 Разработка модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, полученных прибором MODIS (КА Terra, AQUA)	26
1.6.2 Разработка модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, полученных прибором OMI (КА AURA)	28
1.6.3 Разработка модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, полученных прибором AVHRR (КА NOAA)	33
1.6.4 Разработка модуля тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, полученных прибором AIRS (КА AQUA).....	38
1.7 Разработка модуля математического моделирования, реализующего разработанные методы и комплексную математическую модель газовой и аэрозольной динамики атмосферы.....	43
1.7.1 Назначение и область применения	43

1.7.2	Постановка задачи.....	43
1.7.3	Описание функционирования модуля.....	45
1.7.4	Описание входных и выходных данных.....	52
1.8	Выводы по разделу 1.....	53
2	Разработка эскизной программной документации.....	54
2.1	Разработка эскизной программной документации на прототип комплекса программных и технических решений.....	54
2.2	Разработка Описания применения.....	54
2.3	Разработка Руководства оператора.....	55
2.4	Разработка Текста программы.....	55
2.5	Выводы по разделу 2.....	56
3	Разработка программы и методики экспериментальных исследований.....	57
3.1	Общие положения.....	57
3.2	Объект экспериментальных исследований.....	57
3.3	Цель проведения экспериментальных исследований.....	57
3.4	Место проведения испытаний.....	57
3.5	Программа испытаний.....	57
3.6	Вывод по разделу 3.....	64
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	67
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Описание применения.....	76
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Руководство оператора.....	91
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Текст программы.....	120
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Программа и методика экспериментальных исследований.....	247

ВВЕДЕНИЕ

ЭМИССИИ, ГАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ, АЭРОЗОЛЬ, АТМОСФЕРА, ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ, КЛИМАТООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ, СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ, НАЗЕМНЫЕ ДАННЫЕ, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ, МОДЕЛИРОВАНИЕ

Целью проекта является разработка методических подходов и технологических решений для оценки объемов естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей на основе результатов космического мониторинга и математического моделирования для анализа их воздействия на состояние воздушной среды и климатические процессы на территории Северной Евразии путем объединения совместных Российско-Европейских исследований в интересах обеспечения охраны окружающей среды, повышения надежности прогнозов изменения климата и улучшения качества жизни.

Целью 3-го этапа прикладных научных исследований является разработка прототипов программного обеспечения для мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных.

Главной задачей, решаемой на 3-м этапе проекта, является реализация методов сбора и обработки данных космического мониторинга для выявления источников, оценки объемов и динамики распространения загрязняющих веществ в воздушной среде под действием природных и антропогенных факторов, с использованием разработанных методов мониторинга и математического моделирования, в виде разрабатываемого прототипа комплекса программных и технических решений.

Роль 3-го этапа в выполнении проекта является одной из главных, так как на данном этапе разрабатывается один из ожидаемых результатов проекта, а именно прототип комплекса программных и технических решений, реализующий разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования.

Объектом исследования являются эмиссии аэрозолей и газовых примесей, выделяемых под действием антропогенных и природных факторов в воздушную среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения третьего этапа прикладных научных исследований по теме «Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования» могут быть сделаны следующие выводы:

1. Разработан прототип комплекса программных и технических решений, реализующих разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования, в состав которого входят следующие программные модули:

- Модуль автоматизированного сбора и предварительной обработки исходных данных (Модуль Д);

- Модуль тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, получаемых прибором MODIS (КА TERRA, AQUA) (Модуль М);

- Модуль тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, получаемых прибором OMI (КА AURA) (Модуль О);

- Модуль тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, получаемых прибором AVHRR/VIIRS/MCY-MP (КА NOAA, SNPP, Метеор-М) (Модуль Р);

- Модуль тематической обработки данных о состоянии воздушной среды, получаемых прибором AIRS (КА AQUA) (Модуль А);

- Модуль математического моделирования (Модуль ММ).

2. Разработана эскизная программная документация в составе: текст программы в соответствии с ГОСТ 19.401-78; руководство оператора в соответствии с ГОСТ 19.505-79; описание применения в соответствии с ГОСТ 19.502-78.

3. Разработана программа и методика экспериментальных исследований, которая обеспечивает проверку соответствия разработанного прототипа комплекса программных и технических решений требованиям Технического задания и Календарного плана, а также определяет его готовность к приемочным испытаниям.

4. В соответствии с Техническим заданием и Календарным планом на третьем этапе проекта Иностраным партнером - Университетом Хельсинки (ATM-SCIENCE УН, Финляндия) выполнены следующие работы:

- Исследование взаимодействий и механизмов обратной связи между биосферой атмосферой;

- Количественная оценка эмиссий различных типов экосистем;

- Совместный анализ экосистемного гидрологического цикла, образования летучих органических соединений и атмосферных процессов.

Полученные результаты, которые представлены в аннотационном отчете Иностранного партнера, будут использованы в дальнейших исследованиях.

5. Задачи исследований, поставленные на третьем этапе ПНИ, решены полностью и соответствуют требованиям Технического задания и Календарного плана. Согласно критериям, применяемым к оценке научных исследований, результаты, полученные в ходе выполнения третьего этапа ПНИ, являются полными.

6. Работы по третьему этапу ПНИ «Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования», выполнена на высоком научно-техническом уровне.

7. Результаты, полученные на третьем этапе ПНИ, планируется использовать в дальнейших совместных Российско-Европейских исследованиях, на следующих этапах работ в интересах обеспечения охраны окружающей среды, повышения надежности прогнозов изменения климата и улучшения качества жизни.

8. Сведения о ходе выполнения проекта размещены на официальном сайте НИИ «АЭРОКСМОС» http://www.aerocosmos.info/proekty/project_4/obshchaya_karakteristika_4.php