

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

УДК 550.34
№ госрегистрации 114100940029

УТВЕРЖДАЮ

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

_____ Бондур В.Г.

« » _____ 2015 г.

ОТЧЕТ
О ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Разработка методов и создание экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, для предупреждения значительных сейсмических событий

по теме:

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ПЕРЕД ПНИ ЗАДАЧ. ОЧЕРЕДЬ 2
(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. №14.577.21.0108

Руководитель темы,
академик, д.т.н.

подпись, дата

В. Г. Бондур

Москва 2015

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:

академик РАН, д.т.н., профессор
В.Г. Бондур
(по всем разделам)

Исполнители темы:

Заведующий отделом
М.Н. Цидилина
(по всем разделам)

Старший научный сотрудник, к.т.н.
А.Б.Мурынин
(разделы 2, 3, Приложение 21)

Руководитель группы, к.т.н.
С.А. Улановский
(разделы 1, 2, 3, Приложения 19, 20, 21)

Заведующий отделом, к.х.н.
В.К. Шиян
(раздел 1)

Заведующий сектором
Т.В. Кузнецова
(раздел 1, 2)

Ведущий инженер
М.В. Гапонова
(раздел 1, 3)

Младший научный сотрудник
Е.В. Гапонова
(разделы 1, 3, 6, Приложения 11, 12, 17, 20, 21, 26, 27)

Старший инженер
О.С. Воронова
(раздел 1, 3, 8, Приложения 13, 14, 17, 20, 21)

Младший научный сотрудник
А.Н. Трекин
(разделы 1, 3, 6, Приложения 1, 2, 13, 14, 20, 21, 22)

Ведущий научный сотрудник, д.ф.-м.н.
В.М. Смирнов
(разделы 3, 5, Приложения 17, 20, 21, 24, 25)

Старший научный сотрудник, д.ф.-м.н.
С.Л.Шалимов
(раздел 1, Приложение 20)

Старший инженер
Е.В.Ольшанская
(раздел 3, Приложения 9, 10, 17, 20, 21)

Младший научный сотрудник
О.Г. Гвоздев
(Приложения 3, 4, 5, 6, 7, 8, 18, 20)

Младший научный сотрудник	В.Ю. Игнатьев (раздел 1)
Ведущий инженер	В.Л. Кладов (раздел 8, Приложение 20)
Ведущий научный сотрудник, д.г-м.н., профессор	А.Т. Зверев (раздел 1)
Стажер-исследователь	Ю.С. Ефимов (Раздел 1, Приложения 11, 12, 26, 27)
Ведущий научный сотрудник, д.ф-м.н., профессор	М.Б. Гохберг (раздел 1)
Старший научный сотрудник, д.ф-м.н., профессор	И.А. Гарагаш (раздел 1)
Научный сотрудник	А. В. Дубовская (разделы 1)
Старший научный сотрудник, д.ф-м.н	Г.М.Стеблов (разделы 1)
Программист	В.И. Тимошин (раздел 1)
Инженер	В.Б. Шередько (Приложения 15, 16, 17, 18)
Инженер	С.И. Пижаева (Приложения 3, 4, 5, 6, 7, 8)
Нормоконтролер:	О.А. Кузьмина
Индустриальный партнер: ООО «НПО ИСИНТЕК» (раздел 8)	
Руководитель работ, Генеральный директор ООО «НПО ИСИНТЕК»	О.Н.Семенов

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 16

1 СОЗДАНИЕ ЭОС ФОРМИРОВАНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ ИЗ КОСМОСА.....	17
1.1 Основные предпосылки создания экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса...	17
1.2 Методологические основы, используемые при создании экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса.....	20
1.2.1 Основные положения.....	20
1.2.2 Оптимальный набор предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, для мониторинга сейсмоопасных территорий.....	21
1.3 Структура экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса.....	24
1.3.1 Основные положения.....	24
1.3.2 Схема реализации процессов сбора, обработки и хранения данных в экспериментальном образце системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса.....	25
1.3.3 Состав аппаратных средств экспериментального образца системы.....	29
1.3.4 Состав программного обеспечения экспериментального образца системы.....	31
Выводы к разделу 1.....	44
2 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА ЭСКИЗНОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ И ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ЭОС ФОРМИРОВАНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПРЕДВЕСТНИКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ ИЗ КОСМОСА.....	46
2.1 Основные положения.....	46
2.2 Эскизная программная документация специального программного обеспечения на каждый компонент разработанного экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса...	46
2.3 Программная документация на разработанный экспериментальный образец в целом...	48
2.4 Эскизная конструкторская документация на экспериментальный образец.....	48
Выводы к разделу 2.....	48
3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ И МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	50
3.1 Общие положения.....	50

3.2 Общие требования к условиям, обеспечению и проведению экспериментальных исследований.....	51
3.2.1 Место проведения экспериментальных исследований.....	51
3.2.2 Требования к условиям проведения экспериментальных исследований.....	51
3.2.3 Требования к персоналу, осуществляющему подготовку к экспериментальным исследованиям и экспериментальные исследования.....	51
3.3 Программа экспериментальных исследований.....	52
3.4 Методы исследований.....	55
3.4.1 Проверка пункта 1 Программы.....	55
3.4.2 Проверка пункта 2 Программы.....	56
3.4.3 Проверка пункта 3 Программы.....	57
3.4.4 Проверка пункта 4 Программы.....	59
3.4.5 Проверка пункта 5 Программы.....	61
3.4.6 Проверка пункта 6 Программы.....	61
3.4.7 Проверка пункта 7 Программы.....	63
3.4.8 Проверка пункта 8 Программы.....	64
3.4.9 Проверка пункта 9 Программы.....	66
3.4.10 Проверка пункта 10 Программы.....	68
3.4.11 Проверка пункта 11 Программы.....	69
3.4.12 Проверка пункта 12 Программы.....	70
3.5 Отчетность.....	71
Выводы к разделу 3.....	71
4 РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СБОРА КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИБОРАМИ MODIS И AIRS.....	73
4.1 Назначение модуля.....	73
4.2 Описание функционирования модуля.....	73
4.3 Описание входных и выходных данных.....	74
Выводы к разделу 4.....	74
5 РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	75
5.1 Назначение и область применения.....	75
5.2 Описание функционирования модуля.....	75
5.3 Описание входных и выходных данных.....	77
Выводы к разделу 5.....	77

6 РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ РАСЧЕТА СУММАРНЫХ ДЛИН ЛИНЕАМЕНТОВ РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ.....	78
6.1 Назначение модуля.....	78
6.2 Описание функционирования модуля.....	78
6.3 Описание входных и выходных данных.....	79
Выводы к разделу 6.....	79
7 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	80
7.1 Модуль сбора космических данных, полученных приборами MODIS и AIRS.....	80
7.2 Модуль восстановления параметров ионосферы по данным спутниковых навигационных систем.....	80
7.3 Модуль расчета суммарных длин линеаментов разных направлений по космическим изображениям.....	80
Выводы к разделу 7.....	81
8 ПОДБОР И ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ АНОМАЛЬНЫХ ВАРИАЦИЙ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ..	82
8.1 Исходные космические данные для проведения исследований тепловых полей в период подготовки и протекания сильных сейсмических событий.....	82
8.1.1 Выбор тестовых участков.....	82
8.1.2 Комплекс приема спутниковых данных для исследования вариаций тепловых полей..	84
8.2 Получение и предварительная обработка космических данных спектрометром MODIS (КА TERRA/AQUA).....	96
8.2.1 Получение данных спектрометра MODIS (КА TERRA/AQUA).....	96
8.2.2 Предварительная обработка подобранных космических данных MODIS (КА TERRA/AQUA).....	96
8.3 Подбор, систематизация, космических данных в исследуемые периоды.....	97
8.3.1 Подбор космических данных, полученных с прибора MODIS (спутники TERRA/AQUA) на территорию Кавказа.....	97
8.3.2 Подбор космических данных, полученных с прибора MODIS (спутники TERRA/AQUA) на территорию Турции.....	107
8.3.3 Подбор космических данных, полученных с прибора MODIS (спутники TERRA/AQUA) на территорию Греции.....	120
Выводы к разделу 8.....	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	146
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	149
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 АКТ СОЗДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА.....	161

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 МОДУЛЬ СБОРА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 МОДУЛЬ СБОРА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	171
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 МОДУЛЬ КОНВЕРТАЦИИ ДАННЫХ И ИХ ВВОДА В БАЗУ ДАННЫХ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	196
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 МОДУЛЬ КОНВЕРТАЦИИ ДАННЫХ И ИХ ВВОДА В БАЗУ ДАННЫХ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	205
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ (РЕДАКТИРОВАНИЯ ДАННЫХ) БАЗЫ ДАННЫХ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	220
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ (РЕДАКТИРОВАНИЯ ДАННЫХ) БАЗЫ ДАННЫХ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	229
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 МОДУЛЬ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К БАЗЕ ДАННЫХ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	249
ПРИЛОЖЕНИЕ 9 МОДУЛЬ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К БАЗЕ ДАННЫХ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	257
ПРИЛОЖЕНИЕ 10 МОДУЛЬ РАСЧЕТА ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СИСТЕМЫ GPS. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	312
ПРИЛОЖЕНИЕ 11 МОДУЛЬ РАСЧЕТА ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СИСТЕМЫ GPS. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	323
ПРИЛОЖЕНИЕ 12 МОДУЛЬ ПОСТРОЕНИЯ РОЗ-ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИНЕАМЕНТОВ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	346
ПРИЛОЖЕНИЕ 13 МОДУЛЬ ПОСТРОЕНИЯ РОЗ-ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИНЕАМЕНТОВ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	357
ПРИЛОЖЕНИЕ 14 МОДУЛЬ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ АНОМАЛИЙ ПО КОСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	368
ПРИЛОЖЕНИЕ 15 МОДУЛЬ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ АНОМАЛИЙ ПО КОСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	378
ПРИЛОЖЕНИЕ 16 ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ.....	393
ПРИЛОЖЕНИЕ 17 РУКОВОДСТВО СИСТЕМНОГО ПРОГРАММИСТА.....	420
ПРИЛОЖЕНИЕ 18 РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА.....	435
ПРИЛОЖЕНИЕ 19 ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ.....	453
ПРИЛОЖЕНИЕ 20 ЭСКИЗНАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.....	465
ПРИЛОЖЕНИЕ 21 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	480

ПРИЛОЖЕНИЕ 22 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	588
ПРИЛОЖЕНИЕ 23 МОДУЛЬ СБОРА КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИБОРАМИ MODIS И AIRS. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	612
ПРИЛОЖЕНИЕ 24 МОДУЛЬ СБОРА КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИБОРАМИ MODIS И AIRS. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	621
ПРИЛОЖЕНИЕ 25 МОДУЛЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	640
ПРИЛОЖЕНИЕ 26 МОДУЛЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ... 	649
ПРИЛОЖЕНИЕ 27 МОДУЛЬ РАСЧЕТА СУММАРНЫХ ДЛИН ЛИНЕАМЕНТОВ РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯ. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	664
ПРИЛОЖЕНИЕ 28 МОДУЛЬ РАСЧЕТА СУММАРНЫХ ДЛИН ЛИНЕАМЕНТОВ РАЗНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯ. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ.....	675

ВВЕДЕНИЕ

БАЗА ДАННЫХ, ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРЕДВЕСТНИКИ, ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ, ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ИОНОСФЕРНЫЕ ПРЕДВЕСТНИКИ, КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, ЛИНЕАМЕНТЫ, НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ, ПРЕДВЕСТНИКИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, ПРОГНОЗ, СЕЙСМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ, СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ, ТЕПЛОВЫЕ ПОЛЯ, ТЕПЛОВЫЕ ПРЕДВЕСТНИКИ.

Целями выполнения прикладных научных исследований являются:

- Разработка и экспериментальная отработка новых методов и технологий сбора, обработки и систематизации данных, регистрируемых космическими средствами для мониторинга предвестников сильных Магнитудой ≥ 6 (далее $M \geq 6$) землетрясений.

- Разработка научно-технических решений для организации мониторинга сейсмоопасных территорий и создания базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, для предупреждения, снижения риска и уменьшения экономических, социальных и экологических последствий от значительных сейсмических событий.

Целью Этапа 3 прикладных научных исследований является создание экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса.

Работы, проводимые на Этапе 3 направлены на решение следующих задач:

- монтаж технических средств;
- разработка программных модулей формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений и модулей, реализующих методы и алгоритмы предварительной, тематической обработки и визуализации данных, описанные на Этапе 2 настоящих прикладных научных исследований;

- разработка эскизной конструкторской и программной документации на экспериментальный образец системы;

- разработка программы и методики экспериментальных исследований.

Исходя из целей проекта и ожидаемых результатов, Этап 3 является одним из ключевых. Для созданного на этом этапе экспериментального образца системы, в дальнейшем будут проведены экспериментальные исследования, по результатам которых будет разработано Техническое задание на проведение ОКР, а также создан фрагмент базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов, полученных при выполнении 3-го этапа прикладных научных исследований по теме: «Разработка методов и создание экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, для предупреждения значительных сейсмических событий», которые изложены в настоящем отчете, можно сделать следующие **основные выводы**:

1. В соответствии с Техническим заданием создан экспериментальный образец системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса. Для этого:

- а) проанализированы основные предпосылки создания экспериментального образца системы;
- б) описаны методологические основы, используемые при создании экспериментального образца системы;
- в) разработана структура экспериментального образца системы;
- г) описаны процессы сбора, обработки и хранения данных в экспериментальном образце системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса;
- д) описан состав аппаратных и программных средств;
- е) разработаны и описаны модули специального программного обеспечения, в том числе:
 - модули сбора и предварительной обработки данных, получаемых из внешних источников (модуль сбора и предварительной обработки данных спутниковых навигационных систем, модуль сбора космических данных, полученных приборами MODIS и AIRS);
 - модуль конвертации данных и их ввода в базу данных;
 - модуль управления данными (редактирования данных);
 - модуль удаленного доступа к базе данных и визуализации данных;
 - модули тематической обработки данных спутниковых навигационных систем (модуль восстановления параметров ионосферы по данным спутниковых навигационных систем, модуль расчета полного электронного содержания ионосферы по данным спутниковых навигационных систем);
 - модули тематической обработки космических данных для исследования геодинимических особенностей сейсмоопасных территорий (модуль построения роз-диаграмм направленности линеаментов, модуль расчета суммарных длин линеаментов разных направлений);
 - модуль тематической обработки космических данных, полученных в ИК-диапазоне.

2. Разработан комплект эскизной конструкторской и программной документации на ЭОС формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, в том числе:

1) эскизная программная документация специального программного обеспечения на каждый компонент разработанного экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, включающая описания программ по ГОСТ 19.402-78 и тексты программ по ГОСТ 19.401-78;

2) программная документация на разработанный экспериментальный образец в целом, включающая описание применения в соответствии с ГОСТ 19.502-78, руководство системного программиста в соответствии с ГОСТ 19.503-79, руководство оператора в соответствии с ГОСТ 19.505-79, описание логической структуры базы данных в соответствии с п. 5.5 РД 50-34.698-90.

3) эскизная конструкторская документация на экспериментальный образец, в составе: структурная схема в соответствии с ГОСТ 2.701-84, функциональная схема в соответствии с ГОСТ 2.701-84, пояснительная записка в соответствии с ГОСТ 2.106-96.

3. Разработана программа и методика экспериментальных исследований, в том числе описаны:

а) цель проведения экспериментальных исследований;

б) условия предъявления экспериментального образца системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, на экспериментальные исследования;

в) место проведения и требования к условиям проведения экспериментальных исследований;

г) требования к персоналу, осуществляющему подготовку и проведение экспериментальных исследований;

д) требования безопасности;

е) наименование исследуемого показателя, соответствие этого показателя пунктам ТЗ, способ его проверки, значения контролируемых параметров;

ж) методы исследований для каждого пункта программы.

5. Для проведения экспериментальных исследований за счет внебюджетных средств Индустриального партнера ООО «НПО «ИСИНТЕК» был выполнен подбор и предоставление исходных космических данных для проведения исследований аномальных вариаций тепловых полей, в том числе:

а) осуществлен выбор тестовых участков;

б) для выбранных тестовых участков получены данные о землетрясениях с $M \geq 5$ за период с 2010 по 2014 гг.;

в) для каждого выбранного сейсмоопасного региона проанализированы космические изображения со спутников TERRA и AQUA (прибор MODIS);

г) выбраны космические изображения, наиболее подходящие к координатам эпицентра рассматриваемого сейсмического события, а также изображения, для определения фоновой обстановки на тот же район исследования;

д) проведена систематизация полученных исходных спутниковых данных для исследуемых сейсмических событий;

е) проведена предварительная обработка космических данных для исследования тепловых предвестников в период подготовки и прохождения выбранных землетрясений;

ж) для анализа тепловых аномалий при подготовке и протекании землетрясений с $M \geq 5$ на территориях Кавказа, Турции и Греции определены временные периоды, на которые необходимо получить космические изображения.

6. Разработанный экспериментальный образец системы формирования и сопровождения базы данных предвестников землетрясений, регистрируемых из космоса, обеспечит возможность осуществления комплексного мониторинга состояния сейсмоопасных территорий для предупреждения и снижения риска значительных сейсмических событий. Полученные результаты будут использованы при создании комплексной системы мониторинга чрезвычайных ситуаций, которая внесет вклад в решение проблем предупреждения, оценки рисков и уменьшения негативных последствий от природных катастроф и обеспечения экологической безопасности.

7. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015661259 на «Модуль расчета тепловых аномалий по космическим данным»

8. Результаты проекта могут быть использованы МЧС России, Минприроды России, Геофизической службой РАН, научными учреждениями, ВУЗами, международными организациями и др.

9. Сведения о ходе выполнения проекта размещены на официальном сайте НИИ «АЭРОКСМОС» http://www.aerocosmos.info/proekty/project_3/obshchaya_karakteristika_3.php.

10. Результаты, достигнутые в ходе 3-го этапа прикладных научных исследований, удовлетворяют требования ТЗ к выполняемым работам. Выполнены требования по стандартизации, унификации, совместимости и взаимозаменяемости, по обеспечению безопасности для жизни и здоровья людей, к патентной чистоте и правовой защите результатов интеллектуальной деятельности, технико-экономические требования, требования к достижению программных индикаторов и показателей.