

ФОРМА "Г". ТИТУЛЬНАЯ СТРАНИЦА ЗАЯВКИ В РФФИ

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА Распознавание и оценка параметров состояния лесной растительности по данным гиперспектральной аэрокосмической съемки		НОМЕР ПРОЕКТА 14-07-00141	
ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ 07		КОД КЛАССИФИКАТОРА 07-394, 01-223, 05-614, 07-384	
ВИД КОНКУРСА А Инициативный			
ФАМИЛИЯ, ИМЯ, ОТЧЕСТВО РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА Кондранин Тимофей Владимирович		ТЕЛЕФОН РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА (495) 494-04-73	
ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту физическим лицам Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»			
ЗАПРАШИВАЕМЫЙ ОБЪЕМ ФИНАНСИРОВАНИЯ на 2014 г. (руб.)		ГОД НАЧАЛА ПРОЕКТА	ГОД ОКОНЧАНИЯ ПРОЕКТА
1000000		2014	2016
ЧИСЛО ЧЛЕНОВ НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА (включая руководителя)	ЧИСЛО ЧЛЕНОВ НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА, ИМЕЮЩИХ УЧЕНУЮ СТЕПЕНЬ	ЧИСЛО МОЛОДЫХ ЧЛЕНОВ НАУЧНОГО КОЛЛЕКТИВА (до 35 лет включительно)	
10	6	3	
Дмитриев Егор Владимирович Егоров Владимир Дмитриевич Зубкова Ксения Ивановна Козодеров Владимир Васильевич Лаптева Екатерина Михайловна Николенко Александр Анатольевич Прокофьева Наталья Вячеславовна Сокол Александр Валентинович Фадеев Ростислав Юрьевич			
ПОДПИСЬ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА – руководителя коллектива		ДАТА 06.09.2013	

Форма 1. Данные о проекте

1.0.1. Номер проекта

14-07-00141

1.0.2. Руководитель проекта

Кондранин Тимофей Владимирович

1.1.1. Название проекта (на русском языке, с прописной буквы, строчными буквами)

Распознавание и оценка параметров состояния лесной растительности по данным гиперспектральной аэрокосмической съемки

1.1.2. Название проекта (на английском языке)

Recognition and state parameters assessment of forest vegetation using hyperspectral airspace data

1.2.1. Вид конкурса

А Инициативный

1.2.2. Область знания (только один цифровой код)

07

1.3.1. Научная дисциплина – основной код (по классификатору 2014 года)

07-394 Системы и технологии интеллектуального анализа данных и распознавания образов

1.3.2. Научная дисциплина – дополнительные коды (по классификатору 2014 года, через пробел)

01-223 Математическое моделирование в науках о Земле и проблемах окружающей среды, 05-614 Радиационные процессы в атмосфере, 07-384 Алгоритмическое и программное обеспечение для космоса

1.4. Ключевые слова (указываются отдельные слова и словосочетания, наиболее полно отражающие содержание проекта; не более 15, строчными буквами, через запятые)

аэрокосмическое зондирование, гиперспектральные системы, обработка данных, распознавание объектов, лесная растительность, параметры состояния

1.5. Аннотация (не более 0,5 стр.)

Использование в гиперспектральной аппаратуре дистанционного зондирования (ДЗ) на порядки большего числа (сотни) спектральных каналов по сравнению с многоспектральной ($N \sim 10$) обуславливает новые информационные возможности для решения широкого круга прикладных задач. Эти задачи охватывают следующие направления: от контроля состояния растительности, минеральных ресурсов, загрязнения атмосферы и водных бассейнов и т.п. до распознавания замаскированных целей на различных фонах. Качественное увеличение N и одновременно уменьшение «ширины» каналов до ($\sim 5-10$ нм) приводит к ряду серьезных и к настоящему времени нерешенных проблем, ограничивающих возможности использования алгоритмов, успешно зарекомендовавших себя при обработке многоспектральной информации. В проекте рассматриваются две новые взаимосвязанные задачи: разработка математических моделей и вычислительных процедур, оптимизирующих число и расположение каналов без потери информативности распознавания наблюдаемых объектов, а также распознавания образов, обеспечивающих максимальную эффективность и достоверность восстановления количественных характеристик зондируемых объектов. В отличие от зарубежных программных комплексов (ENVI, ERDAS Imagine и др.), в которых в основе процедур обработки лежит достаточно хорошо зарекомендовавший себя при использовании многоспектральных данных эмпирический подбор отдельных комбинаций измерительных каналов, в проекте предлагаются подходы, ориентированные на широкое применение методов вычислительной математики. При этом рассматривается информационное содержание всей совокупности каналов с минимизацией эмпирических факторов. Наряду со стандартными этапами предварительной обработки планируется модернизация разработанных ранее заявителями проекта методов и отработка новых подходов распознавания объектов по спектральным и текстурным признакам, а также с поэлементным восстановлением параметров биологической продуктивности лесной растительности. Учитываются как характеристики конкретной аппаратуры (предполетная калибровка, соотношение «сигнал/шум», спектральная чувствительность каждого канала), так и внешние факторы. К ним относятся: влияние в момент съемки солнечного освещения для разных пикселей изображения, оптическое состояние атмосферы в момент съемки и др. На примере прикладной задачи оценки параметров состояния лесных экосистем достоверность выходной информационной продукции обосновывается валидацией результатов расчетов, полученных с использованием данных гиперспектральной авиасъемки, с данными лесотаксационных наземных обследований. Решение предусмотренных в проекте задач в полном объеме является основой для создания прототипа программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего полный цикл автоматизированной обработки авиакосмических гиперспектральных данных.

1.6. Количество членов научного коллектива (цифрой)

10

1.7. Сроки выполнения (год начала – год окончания)

2014 - 2016

1.8. Запрашиваемый объем финансирования на 2014 год (в руб. – цифрами, без пробелов, точек и запятых)
1000000

Подпись руководителя проекта _____

Форма 2-Р. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – руководителе проекта

- 2.1.1.1. Фамилия**
Кондранин
- 2.1.1.2. Имя**
Тимофей
- 2.1.1.3. Отчество**
Владимирович
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Kondranin
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Timofei
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
Vladimirovich
- 2.2.1. Дата рождения**
10.09.1943
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
1
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
доктор физико-математических наук
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
1983
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
Профессор
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
1986
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
МФТИ
- 2.6. Должность по основному месту работы**
зав.каф.
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**
космические информационные системы, математическое моделирование прямых и обратных задач, радиационные процессы в атмосфере, обработка изображений, дистанционное зондирование

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
01-223, 05-611, 05-614, 05-641, 01-221, 01-222, 07-384, 07-394, 07-396
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
171
- 2.9. Телефон для связи**
(495) 494-04-73
- 2.10. Электронный адрес**
tvk494@yandex.ru
- 2.11. Участие в Проекте** - Р – Руководитель проекта, поданного на Конкурс
- 2.12. Образование**

С условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г. ознакомлен, согласен выполнять.

Согласен на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Дмитриев
- 2.1.1.2. Имя**
Егор
- 2.1.1.3. Отчество**
Владимирович
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Dmitriev
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Egor
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
Vladimirovich
- 2.2.1. Дата рождения**
09.06.1974
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
1
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
кандидат физико-математических наук
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
2001
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики Российской академии наук
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
ИВМ РАН
- 2.6. Должность по основному месту работы**
снс
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**
аэрокосмический мониторинг, распознавание образов, гиперспектральные изображения

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
07-394
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
92
- 2.9. Телефон для связи**
+7-495-9848120 (3772)
- 2.10. Электронный адрес**
yegor@mail.ru
- 2.11. Участие в Проекте** - И – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

_____,
- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Егоров
- 2.1.1.2. Имя**
Владимир
- 2.1.1.3. Отчество**
Дмитриевич
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Egorov
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Vladimir
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
Dmitrievich
- 2.2.1. Дата рождения**
21.02.1957
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
1
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
кандидат физико-математических наук
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
1989
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики Российской академии наук
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
ИВМ РАН
- 2.6. Должность по основному месту работы**
снс
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**
обработка гиперспектральных изображений, распознавание объектов, характерные признаки растительности

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
01-223, 01-214, 05-614, 07-384, 07-396
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
45
- 2.9. Телефон для связи**
8-499-473-50-55 (д.) 8-495-984-81-20 (39-14 доб.) (сл.)
- 2.10. Электронный адрес**
egorov@inm.ras.ru
- 2.11. Участие в Проекте** - **И** – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

_____,
- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Зубкова
- 2.1.1.2. Имя**
Ксения
- 2.1.1.3. Отчество**
Ивановна
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Zybkoва
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Ksenya
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
- 2.2.1. Дата рождения**
09.08.1991
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
2
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
без ученой степени
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
МФТИ
- 2.6. Должность по основному месту работы**
техн.
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
05-412
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
- 2.9. Телефон для связи**
89067547235
- 2.10. Электронный адрес**
zybkovaksy@gmail.com
- 2.11. Участие в Проекте** - И – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

_____,
- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Козодеров
- 2.1.1.2. Имя**
Владимир
- 2.1.1.3. Отчество**
Васильевич
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Kozoderov
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Vladimir
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
Vasilievich
- 2.2.1. Дата рождения**
28.11.1946
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
1
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
доктор физико-математических наук
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
1986
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
Профессор
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
1998
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, МГУ имени М.В.Ломоносова, Московский университет или МГУ
- 2.6. Должность по основному месту работы**
зав.каф.
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**
дистанционное зондирование, обработка изображений, распознавание образов

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
07-394, 01-215, 05-614, 01-223, 07-384, 07-396
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
350
- 2.9. Телефон для связи**
(903)259-51-75
- 2.10. Электронный адрес**
vkozod@mail.ru
- 2.11. Участие в Проекте** - И – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**
высшее

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Лаптева
- 2.1.1.2. Имя**
Екатерина
- 2.1.1.3. Отчество**
Михайловна
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Lapteva
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Ekaterina
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
Mihaylovna
- 2.2.1. Дата рождения**
26.02.1963
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
2
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
без ученой степени
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, МГУ имени М.В.Ломоносова, Московский университет или МГУ
- 2.6. Должность по основному месту работы**
нс
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**
Геоинформационные системы, геодезия и картография

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
07-394, 07-341, 07-384
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
15
- 2.9. Телефон для связи**
(910) 003-09-65 (495) 336-65-94 домашний телефон (495) 939-19-39 рабочий телефон
- 2.10. Электронный адрес**
lama.mus.un@mail.ru
- 2.11. Участие в Проекте - И** – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Николенко
- 2.1.1.2. Имя**
Александр
- 2.1.1.3. Отчество**
Анатольевич
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Nikolenko
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Aleksandr
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
- 2.2.1. Дата рождения**
26.03.1964
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
1
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
без ученой степени
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
МФТИ
- 2.6. Должность по основному месту работы**
ст. спец.
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
07-381, 05-740, 07-396
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
- 2.9. Телефон для связи**
8(495)408-80-72
- 2.10. Электронный адрес**
alex_nikolenko@mail.ru
- 2.11. Участие в Проекте - И** – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**
высшее

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Прокофьева
- 2.1.1.2. Имя**
Наталья
- 2.1.1.3. Отчество**
Вячеславовна
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Prokofeva
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Nataly
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
- 2.2.1. Дата рождения**
15.12.1959
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
2
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
без ученой степени
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
МФТИ
- 2.6. Должность по основному месту работы**
др.
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
05-422
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
- 2.9. Телефон для связи**
(495)4088072
- 2.10. Электронный адрес**
ngleb15@mail.ru
- 2.11. Участие в Проекте** - И – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

_____,
- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Сокол
- 2.1.1.2. Имя**
Александр
- 2.1.1.3. Отчество**
Валентинович
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Sokol
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Alexander
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
Valentinovich
- 2.2.1. Дата рождения**
11.06.1981
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
1
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
кандидат технических наук
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
2004
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
МФТИ
- 2.6. Должность по основному месту работы**
нс
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
07-936
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
2
- 2.9. Телефон для связи**
89032154257
- 2.10. Электронный адрес**
sokol_glaz@mail.ru
- 2.11. Участие в Проекте** - И – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

_____,
- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 2-И. Данные о физическом лице, подавшем Заявку на Конкурс – члене коллектива

- 2.1.1.1. Фамилия**
Фадеев
- 2.1.1.2. Имя**
Ростислав
- 2.1.1.3. Отчество**
Юрьевич
- 2.1.2.1. Фамилия (на английском языке)**
Fadееv
- 2.1.2.2. Имя (на английском языке)**
Rostislav
- 2.1.2.3. Отчество (на английском языке)**
Yurievich
- 2.2.1. Дата рождения**
15.12.1982
- 2.2.2. Пол (указать цифрой: 1 – мужской; 2 – женский)**
1
- 2.3.1. Ученая степень (сокращенное название)**
кандидат физико-математических наук
- 2.3.2. Год присуждения ученой степени**
2010
- 2.4.1. Ученое звание (сокращенное название)**
без ученого звания
- 2.4.2. Год присвоения ученого звания**
- 2.5.1. Полное название организации – основного места работы**
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики Российской академии наук
- 2.5.2. Сокращенное название организации – основного места работы**
ИВМ РАН
- 2.6. Должность по основному месту работы**
нс
- 2.7.1. Область научных интересов (ключевые слова, не более 15, строчными буквами, через запятые)**
прогноз погоды, геофизическая гидродинамика, вычислительная математика, параллельные вычисления

- 2.7.2. Область научных интересов** (коды по классификатору 2013 года)
05-610, 01-207
- 2.8. Общее число публикаций** (исключая тезисы докладов)
4
- 2.9. Телефон для связи**
+79261297610
- 2.10. Электронный адрес**
lord.rrd@gmail.com
- 2.11. Участие в Проекте** - **И** – член коллектива, подавшего заявку на Конкурс
- 2.12. Образование**

Согласен:

- с содержанием Заявки, поданной в РФФИ на конкурс инициативных научных проектов, с условиями Конкурса и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.

- с выбором Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта,

- с избранием Руководителем проекта _____

_____,
- на использование моих персональных данных для информационного и финансового сопровождения Проекта.

Предоставляю _____
право представлять мои интересы в отношениях с РФФИ, Организацией и иными юридическими и физическими лицами по всем вопросам, связанным с подачей заявки на Конкурс в РФФИ, заключением договора с РФФИ и Организацией, реализацией Проекта, в том числе с распоряжением грантом, в случае его получения.

«__» _____ 201_ г.

Подпись _____

Форма 3. Сведения об Организации, предоставляющей условия для выполнения работ по Проекту, в случае получения гранта РФФИ

- 3.1. **Сокращенное название:**
МФТИ
- 3.2.1. **Полное название:**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
- 3.2.2. **Полное название на английском языке:**
Moscow Institute of Physics and Technology (State University)
- 3.3. **Ведомственная принадлежность:**
Министерство образования и науки Российской Федерации
- 3.4.1. **Почтовый индекс:**
141700
- 3.4.2. **Почтовый адрес:**
Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., д.9
- 3.5. **Город, населенный пункт:**
Долгопрудный
- 3.6. **Код региона:**
50
- 3.7. **Идентификационный номер налогоплательщика (ИНН):**
5008006211
- 3.8. **№ ОГРН (основной государственный регистрационный номер)**
1027739386135

Организация согласна с условиями Конкурса, содержанием Проекта, составом коллектива и «Правилами организации и проведения работ по научным проектам, поддержанным федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский фонд фундаментальных исследований», утвержденными Решением Бюро Совета фонда, Протокол № 2(130) от «05» марта 2013 г.; предоставит условия для выполнения работ по Проекту в случае получения гранта РФФИ и примет зависящие от нее меры для выполнения Проекта в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации и нормативными документами РФФИ.

«___» _____ 201_ г.

Подпись руководителя организации _____

М.П.

Форма 4. Содержание инициативного проекта

4.1. Фундаментальная научная проблема, на решение которой направлен проект

Проект направлен на решение фундаментальной научной проблемы распознавания образов природно-техногенных объектов по данным гиперспектрального аэрокосмического зондирования. Несмотря на все большее распространение среди специалистов и потребителей данных авиакосмического ДЗ представлений о качественно новом информационном содержании гиперспектральных данных по сравнению с многоспектральными, что подтверждается большим числом публикаций за последние 5-7 лет, посвященных теоретическим и прикладным аспектам технологий гиперспектрального ДЗ, остаются не до конца изученными важные аспекты реальных информационных возможностей новых технологий. Увеличение на более, чем порядок, числа и соответственно уменьшение до единиц нанометров «ширины» спектральных каналов аппаратуры приводит к тому, что методы и соответственно программное обеспечение (ПО) обработки многоспектральных снимков (~ 10 спектральных каналов) оказываются неэффективными, т.е. должны создаваться новые теоретические модели, алгоритмы и ПО обработки данных, представляемых в виде так называемого «гиперкуба» (2 пространственные координаты и сотни значений длин волн). Радикальное увеличение по сравнению с многоспектральными данными информации, регистрируемой в виде спектральных плотностей энергетической яркости каждого пикселя, обуславливает необходимость решения следующей фундаментальной научной проблемы: максимальное использование качественно нового информационного содержания гиперспектральных данных; обеспечение вычислительной эффективности процедур обработки и интеллектуального анализа таких данных при условии повышения информативности и достоверности процедур. Представляется, что наиболее плодотворным способом практического разрешения этого «противоречия» является синтез в едином исследовательском процессе математического моделирования, реализуемого в виде алгоритмов и ПО и их отработка с использованием данных, получаемых в ходе летных экспериментов на тестовых территориях с реальной гиперспектральной аппаратурой.

4.2. Конкретная фундаментальная задача в рамках проблемы, на решение которой направлен проект (если данная задача является дополнением к теме работ, выполняемых авторами по плану своей организации, - указать название и гос.регистрационный номер этой темы)

В контексте общей фундаментальной проблемы обработки и интеллектуального анализа данных авиакосмического ДЗ в проекте планируются теоретические исследования и вычислительные эксперименты для решения двух взаимосвязанных фундаментальных задач.

1. Устранение потенциальной избыточности содержащейся в «гиперкубе» информации, обусловленной при таком высоком спектральном разрешении существенной корреляцией данных, регистрируемых в отдельных каналах. Должны быть разработаны процедуры оптимизации, т.е. автоматизированные алгоритмы выбора соответствующих наборов каналов, достаточных для решения конкретных прикладных задач ДЗ природно-техногенных объектов без существенного уменьшения точности их распознавания. Применительно к задачам оценки состояния лесной растительности алгоритмы учитывают объемы обучающих выборок, характеризующих конкретные классы лесных объектов.

2. Разработка математических моделей и алгоритмов, которые должны обеспечить на заключительных этапах тематической обработки максимальную эффективность извлечения полезной информации с использованием данных гиперспектрального авиакосмического ДЗ. Решение этой задачи сводится к разработке классификаторов (вычислительных процедур) разного уровня сложности для распространения результатов обучения на все элементы обрабатываемого изображения. Для задачи оценки состояния соответствующих классов лесной растительности также реализуются процедуры восстановления количественных параметров, характеризующих состояние разных типов лесного покрова.

Неотъемлемым и принципиально важным элементом решения указанных задач является непосредственное использование реальных данных, получаемых в ходе летных и наземных экспериментов с имеющейся в распоряжении исполнителей образцов гиперспектральной аппаратуры разработки базового предприятия кафедры «Системы, устройства и методы геоинформационной физики» МФТИ НПО «Лептон» (г.Зеленоград). Планируемые в рамках проекта результаты должны послужить существенным дополнением и расширением возможностей программно-алгоритмического обеспечения обработки гиперспектральных данных ДЗ, разрабатываемого на кафедре СУМГФ в рамках ОКР «Разработка и отработка методики и программного обеспечения тематической обработки гиперспектральных изображений ВД, БИК и КИК диапазонов»

(Заказчик НПО «Лептон», 2012-2013 г.г.) и «Разработка автоматизированных программных средств получения базовых продуктов ДЗЗ на основе гиперспектральных данных» (Заказчик НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы», 2012-2013 г.г.).

4.3. Предлагаемые методы и подходы (с оценкой степени новизны; общий план работ навесь срок выполнения проекта)

Для устранения потенциальной избыточности гиперкуба данных планируется построение оптимальных алгоритмов распознавания наблюдаемых объектов с использованием принципа максимального правдоподобия в процессе минимизации вероятности неправильного распознавания заданного классификатора (вычислительной процедуры). Для этих целей планируется использование известного метода кросс-валидации при удалении отдельных наборов исходных данных в процессе обучения классификатора и повторении процесса разделения исходных ансамблей на обучающие и тестируемые данные. Соответственно, будет проведено обоснование выбора оптимальных каналов на основе предлагаемых усовершенствований метода кросс-валидации, и построены матрицы ошибок, которые характеризуют результаты классификации хвойных и лиственных пород «чистых выделов» для пикселей, соответствующих полностью освещенным элементам крон соответствующих древостоев. Именно для этих пикселей разработчиками гиперспектральной аппаратуры гарантируется получение высоких значения отношения «сигнал/шум».

Для решения второй фундаментальной задачи предлагается модернизация существующих и разработка новых методов решения задач распознавания природно-техногенных объектов по обучающим спектрам гиперспектрального ДЗ, выбранным для конкретной обрабатываемой сцены в соответствии с априорными сведениями об исследуемых классах объектов. Предусматривается реализация всех необходимых этапов обработки гиперспектральных изображений, включая стандартные процедуры предварительной обработки (распаковка калиброванных данных в соответствии с известной структурой их записи, синтезирование пространственно распределенных спектров с целью визуализации и выделения обучающих подмножеств, оконтуривание «объектов интереса» для обучения по тестовой выборке), нормализация и географическая привязка данных.

На последующих этапах тематической обработки должны быть разработаны новые классификаторы разного уровня сложности для распространения результатов обучения на все элементы обрабатываемого гиперспектрального изображения. При построении классификаторов рассматриваются процедуры анализа изображений, основанные на методах иерархической и оптимизационной кластеризации. Результатом данного анализа является разбиение исходного изображения на области, в которых спектры пикселей являются наиболее схожими в выбранной метрике. Кластерный анализ не требует априорной информации в виде множества пар элементов пространств признаков и наименований объектов. Интерпретация результатов подразумевает сопоставление с имеющейся картографической продукцией (например, данными наземной лесотаксации выбранной территории).

Пространственный анализ включает в себя процедуры выявления сегментов изображений со схожими текстурами. Для его реализации используются различного рода фильтры растровых изображений, представленных в градациях серого, алгоритмы выявления граней и идентификации односвязных областей. Для обработки выбираются каналы, в которых представляющие интерес объекты имеют высокий взаимный контраст. Результаты пространственного анализа используются для автоматизации установки априорных вероятностей распознаваемых классов при распознавании объектов по спектральным признакам. При распознавании по текстурным признакам априорные вероятности рассчитываются для каждого пикселя обрабатываемого изображения (например, с использованием моделей Марковских случайных полей).

Спектральный анализ состоит в идентификации каждого пикселя изображения как принадлежащего одному из рассматриваемых объектов или лежащего в числе прочих. Идентификация производится на основе сравнения характерных особенностей регистрируемых аппаратурой спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) как функции длины волны. В проекте будут рассмотрены возможности бинарной и многоклассовой классификации. Первая позволяет разделить пиксели на категории «объект» - «окружение», вторая же позволяет идентифицировать несколько объектов на фоне прочих объектов. Результаты бинарной и многоклассовой классификаций могут не иметь полного однозначного соответствия. Результаты бинарной классификации, как правило, более подвержены ошибкам ложной тревоги и обычно используются для уточнения границ объектов, оконтуриваемых для создания обучающего спектрального

ансамбля. Результаты многоклассовой классификации являются конечным выходным продуктом решения задачи распознавания. Итогом данного этапа является распознавание природно-техногенных объектов по спектральным и текстурным признакам.

Для сегментов, классифицированных как «лесная растительность», проводится восстановление характеристик биологической продуктивности. Используются модели атмосферной оптики при описании формирования СПЭЯ в терминах плотности лесного полога и ажурности крон деревьев. Вначале решаются прямая задача взаимодействия солнечного излучения с природными средами, а затем обратная задача определения проекционных характеристик лесного полога. Далее на основе параметризаций восстанавливаются биомасса фракций и чистая первичная продукция углерода.

В совокупности реализация перечисленных методов и подходов представляет собой создание прототипа программно-аппаратного автоматизированного комплекса усвоения, обработки и интеллектуального анализа данных, получаемых гиперспектральной аппаратурой авиакосмического базирования.

Следует подчеркнуть, что в рамках предлагаемых подходов использование существующих готовых программных продуктов, поставляемых зарубежными фирмами, просматривается лишь на начальном этапе географической привязки и трансформирования гиперспектральных данных. Остальные разработки являются оригинальными, ранее апробированы применительно к разным версиям отечественной гиперспектральной аппаратуры и планируются для развития в рамках предлагаемого проекта.

Общий план работ на весь срок выполнения проекта:

1. Усовершенствование существующих и разработка новых вычислительных процедур обработки изображений при использовании систематизированных данных гиперспектрального аэрозондирования и предшествующих самолетно-полевых кампаний для выбранных тестовых участков, для которых ранее проводились испытания разных версий гиперспектральной аппаратуры вместе со сбором данных наземных лесотаксационных и других обследований территории.
2. Доработка используемых вычислительных процедур совместного анализа спектральных и текстурных признаков при распознавании объектов с учетом влияния соседних пикселей для заданных классов объектов при рассмотрении пространственных структур обрабатываемых гиперспектральных изображений.
3. Формулировка требований к аппаратным комплексам аэрокосмического зондирования, реализующим обоснованные в рамках проекта точности решения задач распознавания природно-техногенных объектов.
4. Проведение работ по валидации получаемой информационной продукции обработки гиперспектральных изображений с точки зрения восстановления параметров плотности полога и ажурности крон для объектов, распознаваемых как «лесная растительность».
5. Обоснование вычислительных процедур восстановления параметров биологической продуктивности лесной растительности разного породного состава и возраста по данным гиперспектрального зондирования и выборочных наземных обследований.
6. Производственные испытания отдельных этапов предлагаемой информационной технологии для выбранного тестового региона.

4.4. Ожидаемые в конце 2014 года научные результаты (развернутое описание с оценкой степени оригинальности; форма изложения должна дать возможность провести экспертизу результатов) Отрабатываются особенности реализации предлагаемой информационной технологии обработки гиперспектральных аэрокосмических изображений для выбранного тестового полигона. Распознавание природно-техногенных по спектральным признакам основывается на вычислительных процедурах разделения заданных априори классов в многомерном признаковом пространстве. Для изображений высокого пространственного разрешения требуется также контекстуальное распознавание текстур. Контекст характеризуется воздействием соседних пикселей. Например, объект «лесная растительность определенного породного состава и возраста» относится к одному классу до тех пор, пока не появится граница с другим объектом. При массовой обработке гиперспектральных изображений «свечение» отдельных пикселей заданного класса может восприниматься как шум, учет контекста в этом случае приводит к повышению общей точности распознавания, но отдельно стоит задача обнаружения таких специфических объектов. Аналогично «всплески» в спектральном ходе отдельных пикселей (каждый спектр пикселя формируется с помощью весовых функций составных элементов объектов – end-members) относительно окружающего фона могут использоваться для обнаружения таких объектов по спектральным признакам с учетом отношений «сигнал/шум» аппаратуры.

Оригинальный характер разрабатываемой технологии определяется возможностью использования

полученных результатов для распознавания разных типов природно-техногенных объектов и обнаружения объектов со специфическими свойствами, а также для восстановления параметров биологической продуктивности лесной растительности разного породного состава и возраста. В аналогичных разработках зарубежных авторов проводится распознавание объектов по спектральным и текстурным признакам, но в применении к конкретным типам гиперспектральной аппаратуры с характерными отношениями «сигнал/шум», условиями ее предполетной калибровки и условиями приема информации с помощью ПЗС-матриц. В данном проекте реализуются информационные возможности отечественной гиперспектральной аппаратуры с ее характерными условиями калибровки и регистрации данных, так что может быть получена иная информационная продукция распознавания и обнаружения объектов при обработке данных для типичных условий съемки. Новым подходом в предлагаемой технологии является получение параметров биологической продуктивности на основе оптимизации каналов гиперспектрального зондирования, увязки соответствующих вычислительных процедур оптимизации каналов с объемом используемой обучающей выборки для заданных классификаторов (вычислительных процедур). В открытых для опубликования зарубежных разработках идут по пути поиска определенных комбинаций измерительных каналов («вегетационные индексы»), несмотря на качественно иной характер исходных данных гиперспектрального зондирования в сравнении с более привычным многоспектральным зондированием. При таком бесконечном поиске комбинаций существенно снижается роль методов вычислительной математики. Данный проект направлен на повышение вычислительной эффективности используемых методов. Междисциплинарный характер работ связан с увязкой данных гиперспектрального зондирования выбранной территории и данных типичных наземных лесотаксационных, лесотипологических и геоботанических описаний.

Ожидаемые в конце 2014 года научные результаты:

- макет программно-аппаратного комплекса обработки данных гиперспектрального аэрокосмического зондирования на основе отечественной гиперспектральной аппаратуры и создаваемого в рамках проекта оригинального программного обеспечения;
- примеры реализации вычислительных процедур обработки гиперспектральных изображений по данным самолетно-полевых экспериментов на выбранных тестовых территориях;
- совместный анализ результатов распознавания гиперспектральных изображений по спектральным и текстурным признакам.

4.5. Современное состояние исследований в данной области науки, сравнение ожидаемых результатов с мировым уровнем

Развитие авиакосмического приборостроения в последнее десятилетие при решении широкого круга прикладных задач дистанционного контроля и мониторинга состояния природной и техногенной сферы обусловило все большее применение наряду с мультиспектральными данными гиперспектральных технологий ДЗ. В отличие от мультиспектральной гиперспектральная аппаратура обеспечивает получение информации в существенно большем (> 100) количестве узких (от единиц до ~ 10 нм) спектральных диапазонов, что позволяет для каждого пикселя изображения получать детальную зависимость спектральной яркости наблюдаемого объекта от длины волны. Гиперспектральные изображения содержат сведения не только об объекте в целом, но также (по характерным спектральным линиям) и о веществах, материалах, примесях и т.п., входящих в состав объекта, что обуславливает качественно новые информационные возможности соответствующих систем ДЗ.

Появление аппаратуры гиперспектрального аэрокосмического зондирования ознаменовало новый этап в распознавании природно-техногенных объектов с расширением приложений методов вычислительной математики для решения различных прикладных задач. Увеличение числа спектральных каналов должно способствовать повышению точности распознавания объектов, но в реальности требуется оптимизация этих каналов для повышения расчетной эффективности используемых программных средств. Преимущества систем дистанционного зондирования высокого пространственного разрешения видятся их разработчикам в том, что становится возможным описать текстуру изображений – пространственное распределение освещенных и затененных элементов разрешения (пикселей). Самолетные системы могут обеспечить наряду с высоким спектральным также высокое пространственное разрешение изображений, что имеет большое значение при решении специальных тематических задач.

Одной из первых систем гиперспектрального аэрозондирования была аппаратура «Самолетный

гиперспектрометр видимой и ближней инфракрасной области» (Airborne Visible Infra-Red Imaging Spectrometer/AVIRIS) со спектральным разрешением около 10 нм в области длин волн от 0.4 мкм до 2.5 мкм. Обработка данных гиперспектрального зондирования приводит к усложнению математического формализма распознавания образов соответствующих объектов в сравнении с обработкой данных многоспектрального зондирования. Возникают специфические задачи классификации объектов и анализа спектральной смеси данных для объектов, попадающих в поле зрения аппаратуры. Большинство существующих приложений данных гиперспектрального зондирования основано на анализе спектральных, а не пространственных свойств обрабатываемых данных. Появление гиперспектральных космических систем (Hyperion, США; CHRIS/PROBA, Европейский Союз) не внесло полной ясности в понимание преимуществ таких систем. В открытых, в основном зарубежных, публикациях по-прежнему преобладают чисто эмпирические подходы к выбору спектральных каналов. Соответствующие разработки фактически ориентированы на вычислительные процедуры обработки данных, которые применялись ранее для обработки многоспектральных изображений.

Создаваемый в рамках настоящего проекта аппаратно-программный комплекс вбирает в себя более широкий круг исследований и разработок по оценке информационного содержания данных (учет калибровки аппаратуры, отношений «сигнал/шум» и др.), по распознаванию объектов и оценке параметров, характеризующих состояние этих объектов. Акцент здесь сделан на создание условий по автоматизации процесса обработки аэрокосмических изображений при распознавании объектов по спектральным и текстурным признакам с использованием высокопроизводительных вычислительных средств.

Современная обработка оптических изображений высокого спектрального и пространственного разрешения немаловажна без использования компьютерных средств. Возникла даже специальная дисциплина, названная «компьютерным видением» в том смысле, что отображение получаемых цифровых данных аэрокосмической съемки требует использования критериев оптимизации информационной продукции обработки этих данных. Речь идет о том, что при формировании изображений всегда существуют различные неопределенности такие, как влияние шумов аппаратуры и искажений атмосферы как рассеивающей и поглощающей среды. Несовершенство измерительных комплексов, реальные условия съемки через атмосферу, другие факторы деградации изображений служат источниками неопределенностей интерпретации регистрируемых данных. Точные или совершенные решения проблемы интерпретации данных оптического зондирования вряд ли существуют. Поэтому говорят об оптимальных решениях, предполагая многокритериальные правила учета влияния различных факторов в процессе принятия решений. Именно такой подход, основанный на статистических методах распознавания объектов по данным гиперспектрального аэрокосмического зондирования, реализуется в предлагаемом проекте.

Преимущества предлагаемого подхода перед имеющимися западными аналогами состоят в том, что вместо традиционных эмпирических подходов здесь задействованы отмеченные выше приложения методов вычислительной математики при оптимизации числа спектральных каналов и рассмотрении математической категории соседства пикселей для заданного класса объектов. Кроме того, вместо вычислительно неэффективного поиска некоторых комбинаций измерительных каналов («вегетационные индексы») обосновывается оптимальный выбор каналов, обеспечивающих восстановление характеристик биологической продуктивности лесной растительности разного породного состава и возраста.

4.6. Имеющийся у коллектива научный задел по предлагаемому проекту: полученные ранее результаты (с оценкой степени оригинальности), разработанные методы (с оценкой степени новизны)

За последние 5 лет по тематике проекта заявителями опубликовано около 40 статей в ведущих отечественных и зарубежных изданиях. В них рассмотрены различные теоретические и прикладные аспекты использования и обработки многоспектральных и гиперспектральных авиационных и/или космических изображений. В частности, разработаны и реализованы в виде программных продуктов для решения конкретных прикладных задач оценки состояния природных объектов модернизированные с учетом специфики информационного содержания гиперспектральных изображений математические модели, описывающие ключевые процедуры распознавания образов объектов по данным ДЗ: классификация с обучением (supervised classification) и классификация без обучения (unsupervised classification). Наряду с отработкой стандартных процедур усвоения исходных данных, их предварительной обработки, начальных этапов тематической обработки, связанных с алгоритмами принятия решений о принадлежности текущих элементов распознающей системы к тем или иным классам объектов и др., получены новые результаты при реализации обеих мод. процедуры статистического распознавания: обучения (training) и классификации

(testing). Решена задача компактного размещения в пространстве, принадлежащего разным классам, каждого образа объекта, отображаемого в виде вектора в признаковом пространстве. Т.к. эффективность алгоритмов распознавания определяется достоверностью разделения таких классов, исследованы математические аспекты разделения границ между разными образами в признаковом пространстве с использованием априорного набора обучающих образов для каждого класса. Задача разделения классов (дискриминантный анализ) решена как алгоритм принятия решения на основе линейных или квадратичных функций и далее нахождения «наилучшей» разрешающей границы (используя, например, критерий среднеквадратичной ошибки) на основе обучающих образов. Реализована байесовская стратегия поиска максимума апостериорной вероятности заданных классов объектов.

В целях повышения вычислительной эффективности разработанных программ проанализирована возможность использования нейронных сетей в качестве модели параллельных компьютерных систем с большим числом процессоров и взаимных связей. Особенность таких сетей - наличие в них некоторых принципов организации (способность к обучению, адаптивность, т.е. возможность приспособления к новым связям, генерализация, т.е. возможность расширения отдельных результатов для общих случаев). Следует подчеркнуть, что указанные модели применимы для нахождения самых общих связей, в том числе нелинейных, между входными и выходными данными при решении других задач распознавания образов.

Научная новизна полученных результатов состоит в модернизации существующих, разработке новых эффективных алгоритмов обработки гиперспектральных изображений и их практической отработке в ходе реальных летных экспериментов с различными образцами отечественной гиперспектральной аппаратуры. Применительно к прикладной задаче оценки состояния растительного покрова, новыми являются также результаты, связанные с восстановлением параметров, характеризующих плотность лесного полога и ажурности крон древостоев. При этом решаются прямые задачи формирования уходящего излучения, регистрируемого аппаратурой дистанционного зондирования, и обратные задачи обращения функционала, характеризующего зависящую от текстурных свойств полога и ажурности, отражательных свойств фитоэлементов и условий освещенности спектральную интенсивность излучения, которая регистрируется каждым спектральным каналом гиперспектральной аппаратуры. Достоверность полученных результатов обосновывается сопоставлением и последующей коррекцией алгоритмов на основании наземных валидационных обследований зондируемых объектов на выбранных территориях при построении полной матрицы ошибок между результатами распознавания соответствующих классов лесных объектов и существующими данными наземных лесотаксационных обследований.

Следует подчеркнуть, что отдельной важной проблемой, выходящей за рамки темы проекта, является необходимость постоянного обновления данных наземных обследований. Некоторые результаты расчетно-теоретических исследований заявителей проекта реализованы на этапе проектирования и летных (авиационных с использованием средств с малой авиации и вертолетов и космических в составе полезной нагрузки КА МКА ФКИ Зонд_ПП) испытаний образцов оптикоэлектронных гиперспектральных камер видимого и ближнего инфракрасного диапазонов спектра. Камеры были разработаны базовым предприятием кафедры «Системы, устройства и методы геокосмической физики» МФТИ ЗАО НПО «Лептон» (г. Зеленоград).

В совокупности результаты, полученные заявителями проекта за последние 5 лет, представляют собой научное и методическое обоснование создания оригинального вычислительного комплекса обработки гиперспектральных данных аэрокосмического ДЗ. Этот комплекс должен обеспечить эффективность и достоверность методик распознавания и восстановления свойств природных растительных объектов. Принципы и конкретные алгоритмы обработки авиакосмических гиперспектральных изображений, реализованные ранее заявителями проекта, могут использоваться для разработки соответствующих методик распознавания других природных и техногенных объектов.

4.7.1 Список основных публикаций коллектива, наиболее близко относящихся к предлагаемому проекту (каждая с новой строки)

Козодеров В.В., Кондранин Т.В. Методы оценки состояния почвенно-растительного покрова по данным оптических систем дистанционного аэрокосмического зондирования // М.: изд. МФТИ. 2008. 222 с.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Борзяк В.В. Инновационная технология обработки многоспектральных космических изображений земной поверхности // Исследование Земли из космоса. 2008. N 1. С. 56-62.

Kozoderov V.V., Dmitriev E.V. Remote sensing of soils and vegetation: regional aspects // International Journal

of Remote Sensing. 2008, 29, p.2733-2748.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Казанцев О.Ю., Бобылев В.И., Щербаков М.В., Борзяк В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Каменцев В.П., Беляков А.Ю., Логинов С.Б. Обработка и интерпретация данных гиперспектральных аэрокосмических измерений для дистанционной диагностики природно-техногенных объектов // Исследование Земли из космоса. 2009. N 2. С. 36-54.

Козодеров В.В., Егоров В.Д. Повышение эффективности расчетных программ оценки состояния почвенно-растительного покрова по данным многоспектрального и гиперспектрального аэрокосмического зондирования // Исследование Земли из космоса. 2009. N 5. С. 11-21.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Казанцев О.Ю., Бобылев В.И., Борзяк В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Каменцев В.П., Беляков А.Ю. Повышение информативности данных многоспектрального авиакосмического дистанционного зондирования при решении прикладных задач количественной оценки состояния природно-техногенных объектов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., изд. «Азбука-2000». 2009, вып.6, т.1, с.206-215.

Козодеров В.В., Дмитриев Е.В. Аэрокосмическое зондирование почвенно-растительного покрова: модели, алгоритмическое и программное обеспечение, наземная валидация // Исследование Земли из космоса. 2010. N 1. С. 69-86.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Райкунов Г.Г., Казанцев О.Ю., Белоцерковский А.В., Асташкин А.А., Бобылев В.И., Дмитриев Е.В., Каменцев В.П., Борзяк В.В., Щербаков М.В., Лесуновский А.А.

Аэрокосмическая гиперспектрометрия: летные испытания аппаратуры, программно-алгоритмическое обеспечение обработки данных // Исследование Земли из космоса. 2010. N 5. С. 59-68.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Казанцев О.Ю., Бобылев В.И., Борзяк В.В., Егоров В.Д., Каменцев В.П., Беляков А.Ю. Основы технологии восстановления характеристик лесных экосистем по многоспектральным и гиперспектральным данным аэрокосмического зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., изд. «ДоМир». 2010, вып.7, т.1, с.299-309.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Бобылев В.И. Восстановление количественных характеристик природно-техногенных объектов по результатам попиксельной обработки авиационных гиперспектральных изображений // 8-я Международная конференция «Интеллектуальная обработка информации». Кипр, октябрь 2010 г.: Сборник докладов. - М.: МАКС Пресс, 2010. С. 426-429.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Казанцев О.Ю., Бобылев В.И., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Каменцев В.П., Борзяк В.В. Проблемы классификации гиперспектральных авиакосмических изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., изд. «ДоМир». 2011, вып.8, т.1, с.90-98.

Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Борзяк В.В. Вычислительные аспекты построения классификаторов разной сложности при обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., изд. «ДоМир», 2011, вып.8, т.3, с.55-63.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В. Распознавание природно-техногенных объектов по данным гиперспектральных систем аэрокосмического зондирования // Математические методы распознавания образов: 15-я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов» (ММРО-15), г. Петрозаводск, 11-17 сентября 2011 г.: Сборник докладов. - М.: МАКС Пресс, 2011. С. 551-554.

Дмитриев Е.В., Козодеров В.В., Каменцев В.П., Соколов А.А. Тематическая обработка данных гиперспектральной авиационной съемки лесных пожаров // Вычислительные и информационные технологии для наук об окружающей среде: избранные труды Международной молодежной школы и конференции СITES-2011, Томск, Россия, 3-13 июля 2011 г. С. 46-49.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Каменцев В.П. Исследование лесных и торфяных пожаров по данным гиперспектрального аэрозондирования // Исследование Земли из космоса. 2011. N 5. С. 70-79.

Дмитриев Е.В., Козодеров В.В., Кондранин Т.В. Распознавание объектов для территорий, охваченных лесными пожарами, по данным авиационной гиперспектрометрии // Труды МФТИ. 2011. Т.2, N 3(7). С. 133 - 140.

Kozoderov V.V., Dmitriev E.V. Remote sensing of soils and vegetation: pattern recognition and forest stand structure assessment // International Journal of Remote Sensing. 2011, 32, p.5699-5717.

Козодеров В.В., Егоров В.Д. Распознавание растительности по данным гиперспектрального аэрозондирования // Исследование Земли из космоса, 2011, № 3, с.40-48.

Козодеров В.В., Кулешов А.А. Математическое моделирование и аэрокосмический мониторинг лесных пожаров // Сборник докладов XIV Всероссийской школы-семинара «Современные проблемы математического моделирования». Дюрсо Краснодарского края, изд. Южного Федерального университета, 2011, с.103-112.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Сушкевич Т.А., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Каменцев В.П., Стрелков С.А., Борзяк В.В., Григорьева П.П., Григорьев А.Ф. Разработка информационных технологий и вычислительных систем распознавания природно-техногенных объектов по гиперспектральным аэрокосмическим изображениям // В Трудах: V Белорусский космический конгресс, 25-27 октября 2011 г., Минск, Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, Объединенный институт проблем информатики, Национальный Совет по космосу при Совете Министров Республики Беларусь. – Минск: ОИПИ НАБ, 2011. с.9-11.

Kozoderov V.V., Egorov V.D. Vegetation pattern recognition using hyperspectral air sounding data // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2011. V. 47. № 9. С. 1135-1142.

Козодеров В.В., Дмитриев Е.В. Дистанционное зондирование лесного покрова: инновационный подход // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной Вестник. 2012. №1 (84). С. 19-33.

Козодеров В.В., Кулешов А.А. Моделирование лесных пожаров и наблюдение разных стадий их развития по данным гиперспектрального аэрокосмического зондирования // Исследование Земли из космоса. 2012. №1. С.29-39.

Козодеров В.В. Применение данных оптического дистанционного зондирования для изучения природно-климатических процессов // Климат и природа. 2012. №2 (3). С.3-16.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Казанцев О.Ю., Персев И.В., Щербаков М.В. Обработка данных гиперспектрального аэрокосмического зондирования // Исследование Земли из космоса. 2012. №5. С.3-11.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Борзяк В.В. Проблемы оптимизации гиперспектральных каналов аэрокосмического зондирования в задачах распознавания природно-техногенных объектов // Труды VI Всероссийской конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и механики», г. Новороссийск, Абрау-Дюрсо, 10-16 сентября 2012 года, Екатеринбург, изд. Уральского отделения РАН, с.41-43.

Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Каменцев В.П., Каркач А.С. Программно-алгоритмическое обеспечение решения задачи распознавания природно-техногенных объектов по гиперспектральным аэрокосмическим изображениям // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012, т.9. №3, с.55-64.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Борзяк В.В. Макет аппаратно-программного комплекса обработки данных гиперспектрального аэрокосмического зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., изд. «ДоМир». 2012, т.9, №5, с.301-311.

Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. Mapping Forest and Peat Fires Using Hyperspectral Airborne Remote-Sensing Data // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2012. Vol.48. No.9. P.944-956. Pleiades Publishing, Ltd., 2012.

Dmitriev E.V., Kondranin T.V., Kozoderov V.V., Sushkevich T.A. Hyperspectral land surface remote sensing using a VNIR airborne imaging spectrometer // Abstracts of International Conference SPIE Asia-Pacific Remote Sensing, 29 October - 1 November 2012, Kyoto, Japan. P.37.

Козодеров В.В., Головкин В.А. Инновации в области космического земледования // Журнал «Физика». Издательский дом «Первое сентября». 2013. № 1. С. 47-53.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Каменцев В.П. Вычислительная система обработки данных гиперспектрального аэрокосмического зондирования. Научно-техническая конференция «Гиперспектральные приборы и технологии». Красногорск Московской области, 17-18 января 2013 г., с.102-103.

Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. An apparatus and programmatic system of hyper-spectral airspace imagery processing // Proceedings of the International Symposium “Atmospheric Radiation and Dynamics” (ISARD-2013). Saint-Petersburg, 24-27 June 2013. Saint-Petersburg University Publ., 2013, p.41.

Дмитриев Е.В. Классификация лесного покрова Тверской области на основе гиперспектральных аэроизображений // Исследование Земли из космоса, 2013. №3. С.22-32.

4.7.2 Список основных (не более 5) публикаций руководителя проекта в рецензируемых журналах за последние 3 года (независимо от их тематики; каждая с новой строки)

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Казанцев О.Ю., Бобылев В.И., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Каменцев В.П., Борзяк В.В. Проблемы классификации гиперспектральных авиакосмических изображений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., изд. «ДоМир». 2011, вып.8, т.1, с.90-98.

Козодеров В.В., Кондранин Т.В., Дмитриев Е.В., Казанцев О.Ю., Персев И.В., Щербаков М.В. Обработка данных гиперспектрального аэрокосмического зондирования // Исследование Земли из космоса. 2012. №5. С.3-11.

Кондранин Т.В., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Егоров В.Д., Борзяк В.В. Макет аппаратно-программного комплекса обработки данных гиперспектрального аэрокосмического зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М., изд. «ДоМир». 2012, т.9, №5, с.301-311.

Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. Mapping Forest and Peat Fires Using Hyperspectral Airborne Remote-Sensing Data // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2012. Vol.48. No.9. P.944-956. Pleiades Publishing, Ltd., 2012.

Kozoderov V.V., Kondranin T.V., Dmitriev E.V., Kamentsev V.P. An apparatus and programmatic system of hyper-spectral airspace imagery processing // Proceedings of the International Symposium "Atmospheric Radiation and Dynamics" (ISARD-2013). Saint-Petersburg, 24-27 June 2013. Saint-Petersburg University Publ., 2013, p.41.

4.8. Перечень оборудования и материалов, имеющихся у коллектива для выполнения проекта

В МФТИ для выполнения проекта имеются объединенные в локальную сеть 3 кластера: 2 - на базе 12 и 16 РС соответственно производительностью 200 и 300 Мегафлоп; кластер с пиковой производительностью 6 Терафлоп. ОС – Linux. Лицензионное специальное программное обеспечение обработки изображений. В ИВМ РАН коллектив имеет доступ на кластер SGI Altix 1300 на базе 4-ядерных процессоров Intel Xeon5355 с пиковой производительностью 1,5 Тфлопс. У всех участников проекта имеются персональные компьютеры, на которых реализуются предлагаемые алгоритмы и программы обработки многоспектральных и гиперспектральных аэрокосмических изображений.

4.9.1. Перечень оборудования и материалов, которые необходимо дополнительно приобрести, изготовить или отремонтировать для успешного выполнения проекта; обосновать необходимость его приобретения

Для успешного выполнения проекта необходимо приобрести:

- 4-х ядерный персональный компьютер с оперативной памятью 4 Гб, RAID-массив жестких дисков суммарной емкостью 4 Тбайт с возможностью объединения в сеть со скоростью передачи 1 Гбит/с и улучшенной системой визуализации результатов обработки;

- ноутбук hp EliteBook 8540w <WH138AW#ACB> i7 620M(2.66)/4096/320/DVD-RW/FX880M/WiFi/BT/cam/Win7Pro/15.6»/2.89 кг;

- 12-элементная батарея сверхвысокой емкости (AT486AA) - для обеспечения бесперебойной работы ноутбука при работе в отсутствие внешних источников питания.

Указанный персональный компьютер необходим для отладки предлагаемого комплекса программ обработки данных гиперспектрального зондирования с использованием спектральных и текстурных признаков распознавания объектов. Отлаженный комплекс алгоритмического и программного обеспечения далее реализуется на указанных кластерах. Ноутбук требуется для сбора и систематизации данных самолетной гиперспектрометрии и наземных экспедиционных обследований выбранной территории, демонстрационных целей показа отдельных элементов разрабатываемого аппаратно-программного комплекса.

4.9.2. Перечень командировок (в том числе зарубежных), необходимых для выполнения проекта. Обосновать их необходимость и указать приблизительную стоимость.

Новороссийск, Всероссийская конференция «Современные проблемы математического моделирования». Будет представлен коллективный доклад участников данного проекта по созданию математического аппарата, реализующего современные вычислительные процедуры обработки аэрокосмических изображений высокого спектрального и пространственного разрешения. Сентябрь 2014 г. Стоимость командировки – 40000 руб.

4.10.1. Сроки проведения в 2014 году экспедиции по тематике проекта (месяц начала, год – месяц окончания, год). Обосновать её необходимость и указать приблизительную стоимость.

Незаполнено - Незаполнено

4.10.2. Запрашиваемая стоимость экспедиции (в руб.)

4.10.3. Регион проведения экспедиции

4.10.4. Название района проведения экспедиции в составе региона

Подпись руководителя проекта