

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

УДК 502.3-027.21
№ госрегистрации 114100940032

УТВЕРЖДАЮ

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

_____ Бондур В.Г.

«_____» _____ 2016 г.

ОТЧЕТ
О ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

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

по теме:

ОБОБЩЕНИЕ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

(заключительный)

Этап 5

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

Соглашение о предоставлении субсидии от 08.08.2014 г. № 14.583.21.0003

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

В. Г. Бондур

(подпись, дата)

Москва 2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта: академик РАН, д.т.н., профессор	<hr/>	В.Г. Бондур (по всем разделам)
Исполнители:		
Ведущий инженер	<hr/>	М.В. Гапонова (по всем разделам)
Младший научный сотрудник	<hr/>	К.А. Гордо (Арутюнян) (Раздел 7, 9, Приложение А)
Старший инженер	<hr/>	О.С. Воронова (Раздел 6)
Инженер	<hr/>	М.А Тарасова (Раздел 2, 6)
Младший научный сотрудник	<hr/>	А.Н. Трекин (Раздел 2)
Заведующий отделом	<hr/>	М.Н. Цидилина (Раздел 4, 5)
Ведущий инженер	<hr/>	В.Л. Кладов (Раздел 2)
Руководитель группы, к.т.н.	<hr/>	С.А. Улановский (Раздел 7, Приложение Б)
Старший научный сотрудник	<hr/>	А.Б. Мурынин (Раздел 7)
Инженер	<hr/>	А.П. Тушнова (Раздел 10)
Младший научный сотрудник	<hr/>	Е.В. Гапонова (Раздел 2)
Старший инженер	<hr/>	Н.В. Феоктистова (Раздел 6)
Инженер	<hr/>	С.А. Васякин (Раздел 2)
Заведующий отделом	<hr/>	В.Е. Воробьев (Раздел 7)
Инженер	<hr/>	И.Т. Тарханова (Раздел 8, Приложение В)
Ведущий инженер	<hr/>	А.П. Джурина (Раздел 2)

Ведущий инженер	_____	А.А. Жигарева (Раздел 4)
	подпись, дата	
Младший научный сотрудник	_____	В.Ю. Игнатьев (Раздел 2)
	подпись, дата	
Инженер	_____	А.О. Качанова (Раздел 2)
	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник	_____	В.В. Козодеров (Раздел 2)
	подпись, дата	
Инженер	_____	П.Д. Кудряшов (Раздел 2)
	подпись, дата	
Младший научный сотрудник	_____	Е.С. Митюшина (Раздел 2)
	подпись, дата	
Ведущий научный сотрудник	_____	В.Б. Непоклонов (Раздел 2)
	подпись, дата	
Ведущий инженер	_____	Н.А. Пикулина (Раздел 2)
	подпись, дата	
Инженер	_____	А.А.Рихтер (Раздел 2)
	подпись, дата	
Главный специалист	_____	О.Н. Семенов (Раздел 7)
	подпись, дата	
Старший инженер	_____	Л.А. Сидельковский (Раздел 2)
	подпись, дата	
Ведущий инженер	_____	И.В. Темис (Раздел 2)
	подпись, дата	
Инженер	_____	М.А. Титова (Раздел 2)
	подпись, дата	
Старший инженер	_____	З.А. Халиков (Раздел 2)
	подпись, дата	
Научный сотрудник	_____	Е.В.Черепанова (Раздел 2)
	подпись, дата	
Заместитель директора по научной работе	_____	М.А. Шахраманьян (Раздел 2)
	подпись, дата	
Стажер-исследователь	_____	В.Д. Харченко (Раздел 2)
	подпись, дата	
Ведущий инженер	_____	В.Ф. Давыдов (Раздел 8, Приложение В)
	подпись, дата	
Старший инженер	_____	М.В. Шурков (Раздел 2)
	подпись, дата	

Стажер-исследователь

В.В. Чигринский

подпись, дата

(Раздел 5)

Нормоконтролер:

О. А. Кузьмина

подпись, дата

НИИ "АЭРОКОСМОС"

РЕФЕРАТ

Отчет 143 с., 10 ч., 2 рис., 13 табл., 90 источников.

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

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

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

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

Методы и методология проведения работы

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

Результаты работы

В ходе выполнения 5-го этапа ПНИ: «Экспериментальные исследования» получены следующие основные результаты:

- а) Проведена оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем.
- б) Проведен анализ выполнения требований Технического задания на ПНИ.
- в) Проведена оценка полноты решения задач и достижения поставленных целей ПНИ.
- г) Проведена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов.
- д) Проведены маркетинговые исследования с целью изучения перспектив коммерциализации РИД, полученных при выполнении ПНИ.
- е) Сформированы предложения по реализации и внедрению результатов ПНИ.

ж) Разработан проект технического задания на проведение ОКР по созданию системы для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде, возникающих при природных пожарах, по данным космического мониторинга.

и) Проведены дополнительные патентные исследования по ГОСТ 15.011-96.

к) Проведен анализ и обобщение результатов ПНИ.

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

л) Разработаны технологии получения и обработки спутниковых данных для создания информационных продуктов для автоматизированного анализа атмосферного загрязнения.

Степень внедрения

Внедрение предлагаемых разработок даст возможность обеспечения комплексного мониторинга загрязнений атмосферы для исследования последствий природных пожаров. Система комплексного мониторинга природных пожаров и их последствий внесёт значимый вклад в решение проблем, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности.

Область применения результатов ПНИ

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

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

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

Работы проводятся в координации с партнерским китайским проектом, который выполняется Институтом дистанционного зондирования и цифровой Земли Китайской

академии наук (RADI), что стимулирует развитие международных интеграционных процессов в науке и содействует формированию устойчивых кооперационных связей российских и китайских научно-исследовательских организаций.

НИИ "АЭРОКОСМОС"

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СРАВНЕНИИ С СОВРЕМЕННЫМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ УРОВНЕМ	15
1.1 Общие положения.....	15
1.2 Качественный анализ выполненных работ.....	15
1.2.1 Теоретический (научный) эффект	16
1.2.2 Научно-технический эффект.....	17
1.2.3 Прикладной эффект.....	21
1.2.4 Экономический эффект	22
1.2.5 Социальный эффект.....	22
1.3 Количественная оценка научного эффекта выполненных ПНИ	23
Выводы по Разделу 1	29
2 АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПНИ	30
Выводы по Разделу 2	60
3 ОЦЕНКА ПОЛНОТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ И ДОСТИЖЕНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ ПНИ	61
Выводы по Разделу 3	66
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЫНОЧНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	67
4.1 Общие положения.....	67
4.2 Оценка стоимости результатов интеллектуальной деятельности (РИД), полученных в рамках проекта	68
4.3 Оценка рыночного потенциала РИД, полученных в рамках проекта ...	73
4.4 Потенциальные потребители полученных результатов.....	75
Выводы по Разделу 4	76
5 ПРОВЕДЕНИЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РИД, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПНИ	77
5.1 Маркетинговые инструменты рыночного сопровождения РИД.....	77
5.2 Основные тренды развития рынка геоинформационных продуктов и услуг и характеристика рыночной конъюнктуры	79
5.3 Продвижение геоинформационных продуктов и услуг на рынок.....	88
5.4 Сравнение созданных в проекте РИД с существующими аналогами ..	96
5.5 Перспективы коммерциализации РИД, полученных при выполнении исследований	99
5.5.1 Направления коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности	100
5.5.2 Структура коммерческих продуктов	105

5.6 Финансово-экономическое обеспечение коммерческого использования результатов ПНИ.....	107
Выводы по Разделу 5	108
6 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ И ВНЕДРЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ ПНИ	109
Выводы по Разделу 6	111
7 ПРОЕКТ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ПРОВЕДЕНИЕ ОКР ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ ЭМИССИЙ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВЫХ КОМПОНЕНТ И АЭРОЗОЛЕЙ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРАХ, ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.....	112
Выводы по Разделу 7	112
8 ПРОВЕДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГОСТ 15.011-96	114
Выводы по Разделу 8	115
9 АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПНИ.....	116
Выводы по Разделу 9	124
10 РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ИНОСТРАННЫМ ПАРТНЕРОМ.....	125
10. 1 Разработка технологии получения и обработки спутниковых данных для создания информационных продуктов для автоматизированного анализа атмосферного загрязнения.....	125
10. 2 Анализ и обобщение результатов проведенных исследований.....	127
Выводы по Разделу 10	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	129
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	134
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	179
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	203

ВВЕДЕНИЕ

Природные пожары являются одними из наиболее опасных стихийных бедствий, угрожающих жизни людей, объектам инфраструктуры, уничтожающих лесной фонд [1, 2]. Они представляют собой интенсивный источник эмиссий химически активных газов и мелкодисперсных частиц в воздушную среду, который является важнейшим фактором, определяющим баланс малых газовых компонентов и аэрозолей в атмосфере Земли [2–6].

Загрязнение окружающей среды зачастую происходит из-за крупномасштабных природных пожаров. Дым, в котором содержатся ядовитые продукты горения и разложения различных веществ, поступает в атмосферу от миллионов пожаров, происходящих на планете ежегодно. Пожары вызывают сильнейшие выбросы углекислого газа в атмосферу, провоцируя возникновение «парникового эффекта» в виде неблагоприятных изменений климата. Природные пожары способствуют также возникновению облачности в верхних слоях воздуха, что приводит к региональным климатическим изменениям [6, 7].

При природных пожарах отмечается загрязнение воздуха вредными и токсичными газами, парами и аэрозолями. В целом на планете 20% загрязнителей поступает в атмосферу в результате лесных пожаров. Только в Северном полушарии выбросы монооксида углерода (CO) составляют около $11 \cdot 10^6$ т/год, аэрозолей $(35-360) \cdot 10^6$ т/год, аммиака - до $12 \cdot 10^6$ т/год [8]. Космическая съемка многократно фиксировала во время лесных пожаров огромные облака сажи над территорией Сибири, США, Канады. Лесные пожары считают вторым после океана источником выбросов в атмосферу хлорорганических соединений, например, хлористого метила. При лесных, торфяных, степных пожарах уничтожается растительный покров суши и как следствие - уменьшается продуцирование кислорода [1-5, 12, 30].

Эмиссии продуктов горения в годы высокой пожарной активности на Европейской территории России, в Сибири и на Дальнем Востоке проявляются в заметном сезонном увеличении атмосферных концентраций таких соединений, как моноокись и двуокись углерода, формальдегид, окислы азота, во всем Северном полушарии [6, 9-12].

В настоящее время данных наземного мониторинга парниковых газов и аэрозолей на территории России недостаточно. Объем получаемой информации не соответствует площади страны, ее положению и значению в современном мире, так как количество существующих в настоящее время пунктов отбора проб воздуха не в состоянии охватить области основных источников эмиссий углеродосодержащих газовых компонент и аэрозолей [13].

Благодаря атмосферной циркуляции, вредные примеси распространяются далеко за пределы очагов загрязнения. Поэтому нужны как можно более точные данные о пространственной и временной изменчивости распределения эмиссий малых газовых

компонентов и аэрозолей. Такие данные могут быть получены с использованием спутниковых систем [1-4, 14-21].

Такие особенности и характерные масштабы природных пожаров требуют применения космических методов мониторинга [1-4, 14-32] для решения проблемы их обнаружения и оценки последствий.

Несмотря на ограничение выбросов парниковых газов, введенных Киотским протоколом для промышленно развитых стран, взявших на себя обязательства по их снижению, рост концентрации CO, CO₂ продолжается [18, 19]. Этот рост обусловлен существенно возросшими выбросами такими крупными развивающимися странами как Китай и Индия. Так среднегодовая антропогенная эмиссия CO₂ в Китае в 2011 году составила 9,7 млрд. тонн, что является максимальным значением выбросов в мире [13].

Следствием таких выбросов является плотная пелена смога, периодически покрывающая города Китая. Подобная ситуация с качеством воздуха в Китае негативно отражается на здоровье населения, а также серьезно сказывается на экономике страны. Одним из источников душливого смога в Северо-Восточной части территории Китая, также являются эмиссии продуктов горения в результате природных пожаров.

Исходя из этого, интерес к координации исследований состояния воздушной среды в природных экосистемах и на урбанизированных территориях Российской Федерации и Китая вполне объясним.

Актуальность и необходимость использования космических методов и технологий для оперативного обнаружения природных пожаров и оценки их негативных последствий не вызывает сомнений. Анализ причин возникновения и последствий этих опасных природных явлений в последние годы успешно осуществляется в НИИ «АЭРОКОСМОС» с использованием специальных методов получения и обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [16, 21, 22-40]. Космический мониторинг пожаров помогает раннему обнаружению мест расположения их очагов, оценке их последствий, а также для оперативного предоставления информации в службы пожаротушения [2-6].

Информация, получаемая космическими системами мониторинга может использоваться для оценки негативного влияния выбросов вредных веществ в атмосферу и анализа экологического состояния территорий [40-45]. Кроме того, эта информация важна для оценки изменений климата, предупреждения природных катастроф, изучения солнечно-земных связей и оценки влияния атмосферных процессов на околоземное космическое пространство [1, 32, 43, 46-48].

В ходе выполнения настоящего проекта разработаны методы, алгоритмы, программные продукты и создан Макет системы мониторинга для оценки объёмов эмиссий и

распространения углеродсодержащих малых газовых компонент и аэрозолей в воздушную среду при природных пожарах. Все результаты, полученные в процессе космических исследований выбранных тестовых участков территории России, будут сведены в базу данных.

Китайский партнер (RADI CAS) занимается количественным преобразованием геофизических параметров, характеризующих состояние воздушной среды и её загрязнений, полученных с помощью многоспутниковых алгоритмов, исследованием пространственных и временных характеристик аэрозолей на выбранных тестовых территориях. В задачи китайского партнёра также входит изучение качества воздушной среды на основе сопоставления результатов моделирования атмосферного аэрозоля и данных дистанционного зондирования Земли, взаимодействия аэрозолей, облаков и осадков, и их влияния на стихийные бедствия, сравнительный анализ сильно загрязнённых районов Китая и России.

Скоординированный российско-китайский проект позволит объединить ресурсы НИИ «АЭРОКОСМОС» и RADI для совместных исследований в области дистанционного мониторинга состояния воздушной среды и обмена данными, разработать методы и технологии мирового уровня, сократить сроки выполнения работ не менее, чем на 30% и получить синергетический эффект от кооперации.

В результате выполнения настоящего проекта разработан Макет системы, реализующий новые методы и технологии, которые обеспечивают оценку объемов эмиссий углеродсодержащих газовых компонент (CO , CO_2) и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах по данным космического мониторинга, а также сформирован фрагмент базы данных с результатами оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде, возникающих при природных пожарах, полученных для тестовых участков территории Российской Федерации.

Для этого на 1-м этапе ПНИ проведены предварительные исследования с целью определения оптимальных вариантов выполнения работ для обеспечения решения задач в области разработки методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде по данным космического мониторинга. А также выполнены патентные исследования для обеспечения патентной чистоты разработанных методов и технологий.

На 2-м этапе настоящих ПНИ проведены теоретические исследования, направленные на определение облика создаваемого Макета системы для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде по данным космического мониторинга.

На 3-м этапе ПНИ Разработан Макет системы для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде, возникающих при природных пожарах, реализующий разработанные методы и технологии, который обеспечивает оценку объемов эмиссий углеродсодержащих газовых компонент (СО, СО₂) и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах по данным космического мониторинга. А также разработана программа и методика экспериментальных исследований Макета системы.

На 4-м этапе ПНИ в соответствии с разработанной программой и методикой экспериментальных исследований Макета системы (Э466453.003 ПМ), которая позволила оптимизировать объем экспериментальных исследований и повысить их точность, проведены экспериментальные исследования Макета системы, предназначенного для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде по данным космического мониторинга.

Сформирован фрагмент Базы данных результатов оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах для тестовых участков территории Российской Федерации, полученных по данным дистанционного зондирования, включивший в себя исходные космические данные, полученные со следующих космических аппаратов: КА Terra (аппаратура MODIS), КА Aqua (аппаратура MODIS, AIRS), КА Aura (аппаратура OMI), предварительно обработанные данные, результаты тематической обработки, а также их визуализацию. Общий объем сформированного фрагмента БД на настоящий момент составляет порядка 2 Гб (~20 000 файлов).

Результаты, полученные на 1-4 этапах, представлены в следующих промежуточных отчетах о ПНИ:

1. Отчет о ПНИ 1 этап: «Выбор направлений исследований». Регистрационный номер ИКРБС: № 215030670017.
2. Отчет о ПНИ 2 этап: «Теоретические исследования, направленные на решение поставленных задач». Регистрационный номер ИКРБС: № 215100570009.
3. Отчет о ПНИ 3 этап: «Разработка методов и специального программного обеспечения для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент (СО и СО₂) и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах. Разработка программы и методики экспериментальных исследований». Регистрационный номер ИКРБС: № АААА-Б16-216052650070-0.
4. Отчет о ПНИ 4 этап: «Экспериментальные исследования». Регистрационный номер ИКРБС: № АААА-Б16-216111640011-0.

Целью 5-го этапа ПНИ является обобщение и оценка результатов исследований, а также разработка предложений по использованию результатов ПНИ в реальном секторе экономики, а также в дальнейших исследованиях и разработках.

В рамках пятого этапа ПНИ иностранным партнером - Институтом дистанционного зондирования и цифровой Земли Китайской академии наук (RADI) разработаны технологии получения и обработки спутниковых данных для создания информационных продуктов для автоматизированного анализа атмосферного загрязнения.

Разработанные в ходе настоящего проекта методы оценки объёмов эмиссий и распространения малых газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде с использованием данных о пожарах, полученных аэрокосмическими методами, обеспечат возможность комплексного мониторинга загрязнений атмосферы для исследования последствий природных пожаров.

НИИ "АЭРОКОСМОС"

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. М: Научный мир, 2009. 629 с., 22 цв. ил.
- 2 Бондур В.Г. Космический мониторинг природных пожаров в России в условиях аномальной жары 2010г. // Исследование Земли из космоса №3, 2011, С. 3-13 (а).
- 3 Бондур В.Г. Космический мониторинг природных пожаров // Вестник РФФИ, 2011, №2, С. 84-95 (б).
- 4 Bondur Valery G., Importance of Aerospace Remote Sensing Approach to the Monitoring of Nature Fire in Russia // International Forest Fire News (IFFN) No. 40 (July-December 2010), p. 43–57.
- 5 Бондур В.Г., Гинзбург А.С. Эмиссия углеродсодержащих газов и аэрозолей от природных пожаров на территории России по данным космического мониторинга // Доклады академии наук. 2016. Т. 466. № 4. С. 473-477.
- 6 Бондур В.Г. Космический мониторинг эмиссий малых газовых компонент и аэрозолей при природных пожарах в России // Исследования Земли из космоса. 2015. №6. С.21-35.
- 7 Гришин, А. М. О влиянии негативных экологических последствий лесных пожаров / А.М. Гришин // Экологические системы и приборы. 2003, N4. С. 40-43.
- 8 <http://greenpressa.ru/viewtopic.php?f=3&t=1756> – Информационное агентство лесного комплекса.
- 9 Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Методы аэрокосмической диагностики лесных экосистем // Экологические системы и приборы. 2010. №3. С. 17-26.
- 10 Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Развитие технологии диагностики лесных экосистем // Экологическая экспертиза. 2012. № 3. С. 3-16.
- 11 Вивчар А.В., Моисеенко К.Б., Панкратова Н.В. Оценки эмиссий оксида углерода от природных пожаров в Северной Евразии в приложении к задачам регионального атмосферного переноса и климата // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2010. Т. 46, №3. С. 1—11.
- 12 Вивчар А.В., Моисеенко К.Б., Панкратова Н.В. Оценки эмиссий монооксида углерода от природных пожаров в Северной Евразии в приложении к задачам регионального атмосферного переноса и климата. // Известия РАН, Физика атмосферы и океана, 2010. Т. 64. № 3. С. 307-320.
- 13 Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Москва, 2014. 1008 стр.

- 14 Бондур В.Г. Актуальность и необходимость космического мониторинга природных пожаров в России // Вестник ОНЗ РАН, Том 2, NZ11001, 2010 (а).
- 15 Бондур В.Г., Калери А.Ю., Лазарев А.И. Наблюдения Земли из космоса. Орбитальная станция «Мир» март-август 1992 г. - Спб.: Гидрометеиздат, 1997. - 92с.
- 16 Bondur V.G., Danilov-Danilyan V.I., Savin A.I. Environmental global monitoring. Perspectives of intergovernmental cooperation // Proceedings of The Geo-Informatics Conference of the International Eurasian Academy of Sciences and The Fourth International Workshop on Geographical Information System. Beijing: 1997. - V.3. - pp.1191-1201.
- 17 Бондур В.Г., Пулинец С.А. Воздействие мезомасштабных вихревых процессов на верхнюю атмосферу и ионосферу Земли // Исследование Земли из космоса. - 2012. - №3. - С.3-11. Английская версия: Bondur V.G., Pulinets S.A. Effect of Mesoscale Atmospheric Vortex Processes on the Upper Atmosphere and Ionosphere of the Earth // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. - 2012. - Vol. 48. - No. 9. - pp.871-878.
- 18 Lappalainen H., Petäjä T., Kujansuu J., Kerminen V., Skorokhod A., Kasimov N., Bondur V. et al. Pan Eurasian Experiment (PEEX) – a research initiative meeting the grand challenges of the changing environment of the northern pan-eurasian arctic- boreal areas // Geography. Environment. Sustainability. - 2014. - № 2(7). - P.13-48.
- 19 Tuukka Petäjä, Gerrit de Leeuw, Hanna K. Lappalainen, Dmitri Moisseev, Ewan O'Connor, Valery Bondur, Nikolai Kasimov, Vladimir Kotlyakov, Huadong Guo, Jiahua Zhang, Gennadii Matvienko, Veli-Matti Kerminen, Alexander Baklanov, Sergej Zilitinkevich, Markku Kulmala Connecting ground-based in-situ observations, ground-based remote sensing and satellite data within the Pan Eurasian Experiment (PEEX) program // Proc. SPIE 9242, Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere XIX; and Optics in Atmospheric Propagation and Adaptive Systems XVII, 924206 (10 October 2014); doi: 10.1117/12.2068111.
- 20 Baklanov A.A., Bondur V.G., Klaić Z.B. and Zilitinkevich S.S. Integration of geospheres in Earth systems: Modern queries to environmental physics, modelling, monitoring and education // Geofizika. - 2012. - №29(2). - pp.1-4.
- 21 Лазарев А.И., Бондур В.Г., Коптев Ю.И., Савин А.И., Севастьянов В.И. Космос открывает тайны Земли. - Спб.: Гидрометеиздат, 1993. - 240с.
- 22 Бондур В.Г. (ред.) Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса // Под редакцией Бондура В.Г. М.: Научный мир, 2012. 558 с.
- 23 Бондур В.Г. Аэрокосмические методы в современной океанологии. / В кн. «Новые идеи в океанологии. М.: Наука. Т1: Физика. Химия. Биология, 2004. С. 55-117.

- 24 Бондур В.Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса // Исследование Земли из космоса. 2010. № 6. С. 3-17
- 25 Бондур В.Г. Аэрокосмический мониторинг нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса. Реальности и перспективы // в кн. «Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса» / под ред. Бондура В.Г. М.: Научный мир, 2012. С. 15-37.
- 26 Бондур В.Г. Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса. Реальности и перспективы // Материалы Международной научно-технической конференции «Аэрокосмические технологии в нефтегазовом комплексе». М.: ООО «Издательство «Нефть и газ», 2009. С. 55-57.
- 27 Бондур В.Г. и др. Аэрокосмические методы изучения вулканопасных территорий // В книге «Изменение окружающей среды и климата: природные и связанные с ними техногенные катастрофы». М.: ИГЕМ РАН, 2007. 200 с.
- 28 Бондур В.Г. Методы моделирования полей излучения на входе аэрокосмических систем дистанционного зондирования // Исследование Земли из космоса. 2000. №5. С. 16-27.
- 29 Бондур В.Г. Моделирование двумерных случайных полей яркости на входе аэрокосмической аппаратуры методом фазового спектра // Исследование Земли из космоса. 2000. №5. С. 28-44.
- 30 Бондур В.Г. Оперативная дистанционная оценка состояния границы раздела атмосфера-океан по пространственным спектрам изображений // Оптико-метеорологические исследования земной атмосферы. Новосибирск: Наука, 1987. С. 217-229.
- 31 Бондур В.Г. Спутники в борьбе со злом // Российский космос. 2010. № 12. С. 24-30.
- 32 Бондур В.Г. Принципы построения космической системы мониторинга Земли в экологических и природно-ресурсных целях // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 1995. №2. С. 14-38.
- 33 Бондур В.Г. Современные подходы к обработке больших потоков гиперспектральной и многоспектральной аэрокосмической информации // Исследование Земли из космоса. 2014. №1. С. 4-17.
- 34 Бондур В.Г. Современные подходы к обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений // Материалы научно-технической конференции «Гиперспектральные приборы и технологии». 17–18 января 2013. г. Красногорск. 2013. С. 14-18.

- 35 Бондур В.Г., Аржененко Н.И., Линник В.Н., Титова И.Л. Моделирование многоспектральных аэрокосмических изображений динамических полей яркости // Исследование Земли из космоса. 2003. №2. С. 3-17.
- 36 Бондур В.Г., Бочкарева В.Г., Игнатъев В.Ю., Мурынин А.Б. Методы повышения разрешающей способности космической аппаратуры в инфракрасном и микроволновом диапазонах // Тезисы докладов 12-й Всероссийской открытой конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса" (10 - 14 ноября 2014, г. Москва, Институт космических исследований РАН) http://smiswww.iki.rssi.ru/d33_conf/thesisshow.aspx?page=91&thesis=4500. 1 с.
- 37 Бондур В.Г., Власенко В.А. Предварительная обработка изображений в субперцептуальном пространстве // Вопросы радиоэлектроники. 1987. Вып.12. С. 43-54.
- 38 Бондур В.Г., Воробьев В.Е. Методы обработки аэрокосмических изображений, полученных при мониторинге объектов нефтегазовой отрасли // в кн. «Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса» / под ред. Бондура В.Г. М.: Научный мир, 2012. С. 395-409.
- 39 Бондур В.Г., Воробьев В.Е. Технологии обработки аэрокосмических изображений при мониторинге объектов нефтегазовой отрасли // Материалы Международной научно-технической конференции «Аэрокосмические технологии в нефтегазовом комплексе». М.: ООО «Издательство «Нефть и газ», 2009. С. 59-60.
- 40 Бондур В.Г., Воробьев В.Е., Жуков М.А., Замшин В.В., Карачевцева И.П., Черепанова Е.В. Экологические проблемы арктических регионов, связанные с добычей и транспортировкой углеводородов, и возможности их решения на основе результатов космического мониторинга // в кн. «Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса» / под ред. Бондура В.Г. - М.: Научный мир, 2012. - С.329-342.
- 41 Бондур В.Г., Воробьев В.Е., Жуков М.А., Замшин В.В., Карачевцева И.П., Черепанова Е.В. Экологические проблемы арктических регионов и возможности их решения на основе результатов космического мониторинга // Материалы Международной научно-технической конференции «Аэрокосмические технологии в нефтегазовом комплексе». - М.: ООО «Издательство «Нефть и газ», 2009. - С.60-61.
- 42 Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Потапов И.И., Солдатов В.Ю. Природные катастрофы и окружающая среда // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. - 2012. - [№ 1](#). - С.3-160.
- 43 Бондур В.Г., Савин А.И., Тикунов В.С. Основные задачи в области устойчивого развития территорий // Материалы международной конференции «Устойчивое развитие

территории: теория ГИС и практический опыт. Саратов (Россия), Урумчи (Китай). - 2008. - С.3-7.

44 Бондур В.Г., Тикуннов В.С. Разработка модели трансформации городов на основе принципов экоразвития с использованием технологий космического мониторинга. // Сборник статей научно-технической конференции. Построение экологически чистых городов на основании инноваций. Евразийский экономический форум – 2013. - С.59-63. (Valery G. Bondur, Vladimir S. Tikunov. Developing a Model of Transformation of Cities Based on the Principles of Eco-development and Using Space Monitoring Technologies // S&T Sub-Forum's Documents. Innovation-Driven Urban Ecological Development. 2013 Euro-Asia Economic Forum. - pp.65–74).

45 Аржененко Н.И., Бондур В.Г. Распознавание природных образований по результатам зондирования из космоса // Оптико-метеорологические исследования земной атмосферы. - Новосибирск: Наука. 1987. - С.208-217.

46 Бондур В.Г., Пулинец С.А., Ким Г.А. О роли вариаций галактических космических лучей в тропическом циклогенезе на примере урагана Катрина // Доклады Академии наук. - 2008. - Т.422. - №2. - С.244-249. Английская версия: Bondur V.G., Pulinets S.A., Kim G.A. Role of variations in galactic cosmic rays in tropical cyclogenesis: evidence of Hurricane Katrina // Doklady Earth Sciences. - 2008. - Vol. 422. - No. 7. - pp.1124–1128.

47 Бондур В.Г., Пулинец С.А., Узунов Д. Воздействие крупномасштабных атмосферных вихревых процессов на ионосферу на примере урагана Катрина // Исследование Земли из космоса. - 2008. - № 6. - С.3-11.

48 Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент. Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. 132с.

49 Методическое пособие по курсу Техничко-экономическое проектирование РЭС. Таганрог. гос. радиотехн. Ун-т; Сост. А. Е. Ягунов, О.А. Агеев. Таганрог: 1998. 70 с.

50 Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России: Аналитический обзор. М.: Центр экологической политики России, 1995. 155 с.

51 Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Ваганов Е.А., Сухинин А.И., Максюттов Ш.Ш., МкКалум И., Лакида И.П. Влияние природных пожаров в России 1998-2010гг. на экосистемы и глобальный углеродный бюджет // Доклады академии наук. 2011. Т. 441. № 4 . С.544-548

52 Куценогий К.П., Иванова Г.А., Чуркина Т.В. и др. Многоэлементный состав аэрозолей лесных пожаров бореальных лесов и при горении лесных горючих материалов //

Материалы X111 Российской конференции по использованию синхротронного излучения / Под ред. В.Б. Барышева. Новосибирск. 2000. с. 249–250.

53 Бондур В.Г., Гордо К.А., Кладов В.Л. Пространственно-временные распределения площадей природных пожаров и эмиссий углеродсодержащих газов и аэрозолей на территории Северной Евразии по данным космического мониторинга // Исследование Земли из космоса. 2016. № 6. С. 3–20.

54 Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г. Климатические изменения и лесные пожары в России // Лесоведение. 2013. №5. С. 50–61. [Shvidenko A.Z., Schepaschenko D.G. Climate Change and Wildfires in Russia // Contemp. Probl. of Ecol. 2013. 6. 5. P. 50–61.

55 Kulmala M., Lappalainen H.K., Petäjä T., Kurten T., Kerminen V.-M., Viisanen Y., Kotlyakov V., Kasimov N., Bondur V., Matvienko G., Baklanov A., Guo H.D., Zilitinkevich S. Introduction: The Pan-Eurasian Experiment (PEEX) – multidisciplinary, multiscale and multicomponent research and capacity-building initiative // Atmospheric Chemistry and Physics (ACP). 2015. P. 13085-13096.

56 Kulmala Markku, Hanna K. Lappalainen, Tuukka Petäjä, Veli-Matti Kerminen, Yrjö Viisanen, Gennady Matvienko, Vladimir Melnikov, Alexander Baklanov, Valery Bondur, Nikolay Kasimov, Sergej Zilitinkevich. Pan-Eurasian Experiment (PEEX) Program: grand challenges in the Arctic-Boreal context // Geography. Environment. Sustainability. 2016. No. 2(9). P. 5-18.

57 Lappalainen, H. K., Kerminen, V.-M., Petäjä, T., Kurten, T., Baklanov, A., Shvidenko, A., Bäck, J., Vihma, T., Alekseychik, P., Arnold, S., Arshinov, M., Asmi, E., Belan, B., Bobylev, L., Chalov, S., Cheng, Y., Chubarova, N., de Leeuw, G., Ding, A., Dobrolyubov, S., Dubtsov, S., Dyukarev, E., Elansky, N., Eleftheriadis, K., Esau, I., Filatov, N., Flint, M., Fu, C., Glezer, O., Gliko, A., Heimann, M., Holtslag, A. A. M., Hörrak, U., Janhunen, J., Juhola, S., Järvi, L., Järvinen, H., Kanukhina, A., Konstantinov, P., Kotlyakov, V., Kieloaho, A.-J., Komarov, A. S., Kujansuu, J., Kukkonen, I., Kyrö, E., Laaksonen, A., Laurila, T., Lihavainen, H., Lisitzin, A., Mahura, A., Makshtas, A., Mareev, E., Mazon, S., Matishov, D., Melnikov, V., Mikhailov, E., Moisseev, D., Nigmatulin, R., Noe, S. M., Ojala, A., Pihlatie, M., Popovicheva, O., Pumpanen, J., Regerand, T., Repina, I., Shcherbinin, A., Shevchenko, V., Sipilä, M., Skorokhod, A., Spracklen, D. V., Su, H., Subetto, D. A., Sun, J., Terzhevik, A. Y., Timofeyev, Y., Troitskaya, Y., Tynkkynen, V.-P., Kharuk, V. I., Zaytseva, N., Zhang, J., Viisanen, Y., Vesala, T., Hari, P., Hansson, H. C., Matvienko, G. G., Kasimov, N. S., Guo, H., Bondur, V., Zilitinkevich, S., and Kulmala, M.: Pan-Eurasian Experiment (PEEX): Towards holistic understanding of the feedbacks and interactions in the land–atmosphere–ocean–society continuum in the Northern Eurasian region, Atmos. Chem. Phys., 16, 14421-14461, doi:10.5194/acp-16-14421-2016, 2016.

58 Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.Н. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы. М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.

59 Бондур В.Г., Гапонова М.В., Цидилина М.Н., Арутюнян К.А., Воронова О.С., Митюшина Е.С., Тарасова М.А., Трекин А.Н., Мурынин А.Б., Игнатъев В.Ю., Гапонова Е.В., Воробьев В.Е., Черепанова Е.В., Кладов В.Л., Ведешин Л.А., Мынцов И.А., Рихтер А.А., Якушенков Ю.Г., Дмитриев Е.В., Козодеров В.В. и др. Разработка методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде северной и восточной Евразии по данным космического мониторинга. Этап № 1: «Выбор направлений исследований». Номер Государственного контракта 14.583.21.0003. Регистрационный номер НИОКР 114100940032. Регистрационный номер ИКРБС 215030670017. - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2014. - 126с.

60 Бондур В.Г., Гапонова М.В., Арутюнян К.А., Воронова О.С., Тарасова М.А., Трекин А.Н., Гушин А.Ю., Кладов В.Л., Улановский С.А., Цидилина М.Н., Митюшина Е.С., Гапонова Е.В., Тушнова А.П., Воробьев В.Е. и др. Разработка методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде северной и восточной Евразии по данным космического мониторинга. Номер Государственного контракта 14.583.21.0003. Этап № 2: «Теоретические исследования, направленные на решение поставленных задач». - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2015. - 150с.

61 Бондур В.Г., Гапонова М.В., Арутюнян К.А., Воронова О.С., Тарасова М.А., Трекин А.Н., Кладов В.Л., Улановский С.А., Цидилина М.Н., Митюшина Е.С., Гапонова Е.В., Тушнова А.П., Воробьев В.Е. и др. Разработка методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде северной и восточной Евразии по данным космического мониторинга. Номер Государственного контракта 14.583.21.0003. Этап № 3: «Разработка методов и специального программного обеспечения для оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент (СО и СО₂) и аэрозолей в воздушной среде при природных пожарах. Разработка программы и методики экспериментальных исследований». - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2015. - 117с.

62 Бондур В.Г., Гапонова М.В., Арутюнян К.А., Воронова О.С., Тарасова М.А., Трекин А.Н., Гвоздев О.Г., Кладов В.Л., Улановский С.А., Митюшина Е.С., Гапонова Е.В., Тушнова А.П., Воробьев В.Е., Феоктистова Н.В., и др. Разработка методов и технологий оценки объемов эмиссий и распространения углеродсодержащих газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде северной и восточной Евразии по данным космического мониторинга.

Номер Государственного контракта 14.583.21.0003. Этап № 4: «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ». - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2015. - 101с.

63 Круглова Н. Ю. Основы бизнеса/ Учебник для вузов. — М.: Издательство РДЛ. - 2005. - 560 с.

64 Давлятова Н.Р., Девятьярова И.П. Систематизация понятийного аппарата: потенциал рынка/ Современные тенденции развития науки и технологий. - 2015. - № 2-6. - С. 41-45

65 Андреева Л.Н., Анищенко Ю.А., Грузина Ю.М., Короткова Т.Л., Мушкатова М.С., Рудская Е.Н., Соколов С.Н., Тускаева З.Р., Чейметова В.А., Черкасов М.Н., Шевченко Е.И., Ширяева К.В. / Проблемы инновационного развития экономики. - Новосибирск, - 2014. – 258 с.

66 Грузина Ю.М. Коммерциализация интеллектуальной собственности в условиях современного предпринимательства / Инновации и инвестиции. - 2014.- № 9. - С. 31.

67 Маменгаев Ю.Н. Методические подходы к оценке результатов интеллектуальной инновационной деятельности/ Инновационная наука. - 2015. - № 10-2.- С. 84-86

68 Порхун Е.Ю. Оценка инновационных проектов, как механизм отбора перспективных инноваций / Казанская наука. - 2010. - № 3. - С. 145-149

69 Методика повышения эффективности управления научно-исследовательской деятельностью образовательных учреждений высшего профессионального образования и ее результатами путем их коммерциализации. - М. Департамент профессионального образования, 2010. - 65 с.

70 Научно-информационные материалы по теме: Коммерциализация результатов научно-исследовательской деятельности: базовые механизмы и модели использования научно-технической продукции. М.: ФГБОУ ВПО «Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации», 2009. - 134 с.

71 Авдашева С.Б., Буданов И.А., Голикова В.В. и др. Модернизация российских предприятий в цепочках создания стоимости (на примере трубной и мебельной промышленности России) // Экономический журнал ВШЭ. 2005. №3. - С. 361- 376.

72 Болсуновский М.А., Дворкин Б.А. Развитие систем ДЗЗ и информационно-аналитического обеспечения данными космической съемки: ближайшие перспективы // Геоматика. 2010.№4.- С. 11-16.

73 Тертышников А.В., Кучейко А.А. Оперативный космический мониторинг ЧС: история, состояние и перспективы // Земля из космоса. Наиболее эффективные решения. 2010. №4. - С.7-14.

74 JAXA Japan Aerospace Exploration Agency. Электронный ресурс. URL: <http://www.jaxa.jp/> (дата обращения 01.11.2016)

- 75 NASA National Aeronautics and Space Administration. Электронный ресурс.
- 76 URL: <http://www.nasa.gov/> (дата обращения: 31.10.2016).th
- 77 Международное агентство Euroconsult URL: <http://www.euroconsult-ec.com/> (дата обращения 01.11.2016)
- 78 Болсуновский М.А. Космическая съемка: рынок, теория, практика // Connect! Мир связи Электронный журнал. URL: <http://www.connect.ru/article.asp?id=10667> (дата обращения: 19.10.2016).
- 79 Глоточкин А.Д., Борисов А.В., Рябов И.В. Анализ возможных путей создания инновационного информационного рынка ДЗЗ в России // Ракетостроение и космонавтика. 2011. №2(63).- С. 41-47.
- 80 Рис У. Основы дистанционного зондирования. - М.: Техносфера, 2006. - 336 с.
- 81 Маркетинговые основы формирования информационной продукции дистанционного зондирования Земли: монография / Б.С. Касаев, И.В. Рябов. — М.: Издательство «Палеотип», 2014. — 212 с.
- 82 Концепция развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года. – М.: Федеральное космическое агентство, 2006. – 82 с.
- 83 Малхотра Н.К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство. - М.: Вильямс, 2002. - 960 с.
- 84 Ламбен Ж-Ж. Менеджмент, ориентированный на рынок. - СПб. ПИТЕР, 2007. - 800 с.
- 85 Агентство Booz, Allen and Hamilton. URL: <http://www.boozallen.com/> (дата обращения 01.11.2016)
- 86 Lee B.S., Alexander M.E., Hawkes B.C., Lynham T.J., Stocks B.J., Englefield P. Information systems in support of wildland fire management decision making in Canada // Computers and Electronics in Agriculture. 2002. Vol. 37. N 1-2. P. 185 –198
- 87 Барталев С.А., Белвард А.С, Ершов Д.В. Новая карта типов земного покрова бореальных экосистем Евразии по данным SPOT 4-VEGETATION. Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: Доклады 3-ей Всероссийской конференции, посвященной памяти Г.Г. Самойловича, Москва, 18-19 апреля 2002. - с. 30-34.
- 88 Самсонов Ю.Н., Куценогий К.П., Макаров В.И. и др. Аэрозольная эмиссия при лесных пожарах в бореальных лесах Сибири // Аэрозоли Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. - С. 260–281.
- 89 <http://firefly.geog.umd.edu/firms/> - Система FIRMS.

90 <http://effis.jrc.ec.europa.eu/about/technical-background/fire-danger-forecast> - Система
EFFIS.

НИИ "АЭРОКОСМОС"