

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

№ госрегистрации 114101040001

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

_____ Бондур В.Г.
« » _____ 2016 г.

ОТЧЕТ
О ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

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

по теме:

ДОРАБОТКА ПРОТОТИПОВ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО
РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ОБОБЩЕНИЕ И
ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

(заключительный)

Этап 5

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

Соглашение о предоставлении субсидии от 08.09.2014 г. № 14.586.21.0004

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

_____ В.Г. Бондур
« » _____ 2016 г.

Москва, 2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:

академик РАН, д.т.н., профессор

В.Г. Бондур

(по всем разделам)

Исполнители темы:

Младший научный сотрудник

Е.В. Гапонова

(по всем разделам, введение, заключение)

Научный сотрудник

Е.В. Черепанова (раздел 1,6)

Старший инженер

О.С. Воронова (раздел 1,6)

Инженер

М.А. Тарасова (раздел 1,6)

Инженер

К. А. Гордо (Арутюнян) (раздел 1)

Младший научный сотрудник

Е.С. Митюшина (раздел 1,6)

Инженер

И.Т. Тарханова (раздел 8)

Старший научный сотрудник, к.т.н.

А.Б. Мурынин (раздел 1)

Инженер

А.П. Тушнова (раздел 6)

Младший научный сотрудник

А.А. Королев (раздел 1)

Нормоконтролер

О.А. Кузьмина

РЕФЕРАТ

Отчет 194 с., 8 ч., 13 рис., 12 табл., 98 источников, 2 прил.

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

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

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

В ходе выполнения 5-го этапа прикладных научных исследований получены следующие основные результаты:

- разработана уточненная и доработанная версия программных и технических решений, реализующих разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования;
- проведена оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем;
- проведен анализ выполнения требований Технического задания на ПНИ;
- проведена оценка полноты решения задач и достижения поставленных целей ПНИ;
- выполнена технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов;
- разработаны рекомендации и предложения по использованию результатов ПНИ в реальном секторе экономики, а также в дальнейших исследованиях и разработках;
- разработан проект технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка системы мониторинга естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования»;
- проведены дополнительные патентные исследования по ГОСТ 15.011-96.

Иностраным партнером - Университетом Хельсинки (ATM-SCIENCE УН, Финляндия) получены следующие результаты:

- выполнен анализ дальнейшего развития и использования сложных методов измерения аэрозолей и инструментов моделирования от квантовой химии глобальных моделей систем Земли;

- проведено обобщение и анализ результатов проведенных исследований.

Метод и методология проведения работ на 5-ом этапе основаны на обобщении и анализе теоретических и экспериментальных исследований, а также оценке эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем и технико-экономической оценке рыночного потенциала полученных результатов.

Степень внедрения. По итогам выполнения 5-го этапа ПНИ все поставленные цели были достигнуты. Основными, с точки зрения практического применения, результатами четвертого этапа прикладных научных исследований представляются результаты экспериментальных исследований прототипа комплекса программных и технических решений, реализующих разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования.

Область применения. Разработанные в ходе проекта методы и технологии оценки объёмов эмиссий и распространения малых газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде с использованием космических данных и методов математического моделирования, обеспечат возможность комплексного мониторинга загрязнений атмосферы для исследования последствий влияния природных и антропогенных факторов на воздушную среду.

Выполнение данных ПНИ позволит применять самые современные подходы для оценки состояния атмосферы под влиянием природных и антропогенных факторов, гармонизировать данные и стандартизировать программные средства, что сэкономит значительные средства по интеграции информационных ресурсов необходимых для оценки состояния окружающей среды на глобальном, региональном и локальном уровнях, а также обеспечит снижение негативных воздействий на атмосферу и качество жизни. Исследования разработанных в ходе проекта методов и технологий в системе комплексного мониторинга внесёт значимый вклад в решение проблем, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности.

Значимость работы определяется возможностью уменьшения негативного воздействия на окружающую среду путем применения разрабатываемых методов мониторинга естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей с использованием космических данных и методов математического моделирования, а также объединения совместных Российско-Европейских исследований.

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	8
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	12
ВВЕДЕНИЕ.....	14
1 Разработка уточненной и доработанной версии программных и технических решений, реализующих разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования.....	16
1.1 Общие положения.....	16
1.2 Особенности используемой технической инфраструктуры.....	16
1.3 Доработка и уточнение программных решений по обработке и анализу данных космического мониторинга содержания метана (СН ₄) в атмосфере.....	19
1.4 Доработка и уточнение программных решений по выявлению очагов природных пожаров и расчёта объёмов эмиссий.....	21
1.5 Доработка и уточнение программных решений по обработке и анализу данных космического мониторинга антропогенных источников горения.....	31
1.6 Доработка и уточнение программных решений для реализации методов математического моделирования.....	37
1.7 Заключение по Разделу 1.....	43
2 Оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем.....	44
2.1 Заключение по Разделу 2.....	51
3 Анализ выполнения требований Технического задания на ПНИ.....	52
3.1 Заключение по Разделу 3.....	70
4 Оценка полноты решения задач и достижения поставленных целей ПНИ.....	71
4.1 Заключение по Разделу 4.....	76
5 Технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов.....	77
5.1 Заключение по Разделу 5.....	91
6 Рекомендации и предложения по использованию результатов ПНИ в реальном секторе экономики, а также в дальнейших исследованиях и разработках.....	92
6.1 Заключение по Разделу 6.....	95

7 Проект технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка системы мониторинга естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования».....	96
7.1 Заключение по Разделу 7	96
8 Проведение дополнительных патентных исследований по ГОСТ 15.011-96	97
8.1 Заключение по Разделу 8	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	98
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ А	112
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	130

НИИ "АЭРОКОСМОС"

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время антропогенное влияние на природу достигло такого уровня, что перед обществом возникает необходимость не допускать превышения пределов возможности восстановления естественных процессов, чтобы не вызвать необратимых последствий в окружающей среде [1-8].

Одними из наиболее опасных являются изменения газового состава атмосферы, которые возникают вследствие интенсивно возрастающих объемов эмиссий большого числа вредных газовых примесей и аэрозолей естественного и антропогенного происхождения и способны оказать отрицательное влияние на климат планеты, окружающую среду и все живые организмы [5-15].

В связи с этим возникает необходимость использования современных методов, технологий и средств оперативного мониторинга состояния атмосферы, прежде всего космического [3,5-64], разработки методов обработки информации, поступающей в процессе мониторинга [65-72], а также использование в комплексе с космическими методами методов математического моделирования [4-8,73-76], обеспечивающих возможности анализа и прогноза развития и оценки последствий, связанных с эмиссиями вредных веществ в воздушную среду [5-15,22-25].

Актуальность исследований, в рамках настоящих прикладных научных исследований, обусловлена следующими факторами [4-8]:

- серьезным экологическим ущербом, наносимым природными и антропогенными эмиссиями малых газовых компонент и аэрозолей в атмосферу;
- необходимостью предоставления оперативной космической информации для оценки влияния природных и антропогенных факторов на состав атмосферы и разработки рекомендаций по снижению их последствий;
- высокой эффективностью современных космических методов и технологий, а также методов математического моделирования для определения распространения малых газовых компонент и аэрозолей в воздушной среде;
- необходимостью создания новых и усовершенствования существующих методов и технологий комплексного оперативного мониторинга состава атмосферы на основе космических данных и результатов математического моделирования;
- важностью международного сотрудничества для интеграции усилий Российской Федерации и стран Европейского Союза в области мониторинга загрязнений атмосферы.

Научная новизна настоящих прикладных научных исследований заключается в разработке новых и усовершенствовании существующих методов и технологий космического мониторинга, а также математического моделирования состава атмосферы, для более точной

оценки объемов эмиссий и распространения вредных газов и аэрозолей, обусловленных природными и антропогенными факторами, на основе различных спутниковых данных и результатов математического моделирования газовой и аэрозольной динамики в атмосфере, обеспечивающих объективную оценку влияния вредных примесей на состояние воздушной среды для предотвращения негативного влияния на окружающую среду, климат, а также для улучшения качества жизни людей.

Целью 5-го этапа прикладных научных исследований является доработка прототипов программного обеспечения по результатам экспериментальных исследований, а также обобщение и оценка результатов исследований.

Главной задачей, решаемой на 5-м этапе проекта, является обобщение и анализ теоретических и экспериментальных исследований, оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем, а также технико-экономическая оценка рыночного потенциала полученных результатов.

Отчет содержит:

- описание уточненной и доработанной версии программных и технических решений, реализующих разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования;
- оценку эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем;
- результаты анализа выполнения требований Технического задания на ПНИ;
- оценку полноты решения задач и достижения поставленных целей ПНИ;
- технико-экономическую оценку рыночного потенциала полученных результатов;
- рекомендации и предложения по использованию результатов ПНИ в реальном секторе экономики, а также в дальнейших исследованиях и разработках;
- проект Технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка системы мониторинга естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования;
- дополнительные патентные исследования.

Работы, выполненные иностранным партнером - Университетом Хельсинки (ATM-SCIENCE UH, Финляндия), которые представлены в аннотационном отчете содержат:

- анализ дальнейшего развития и использования сложных методов измерения аэрозолей и инструментов моделирования от квантовой химии глобальных моделей систем Земли
- обобщение и анализ результатов проведенных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. На основании результатов экспериментальных исследований прототипа комплекса программных и технических решений, реализующих разработанные методы космического мониторинга и математического моделирования разработана уточненная и доработанная версия программных и технических решений, в том числе проведена доработка и уточнение программных решений по обработке и анализу данных космического мониторинга содержания метана (CH_4) в атмосфере, по выявлению очагов природных пожаров и расчёта объёмов эмиссий, по обработке и анализу данных космического мониторинга антропогенных источников горения, а также для реализации методов математического моделирования.

2. Оценка эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем показала, что в ходе проекта были получены принципиально новые результаты, разработаны новые методические подходы и технологические решения, апробированные на большом объеме экспериментальных данных, которые могут быть использованы в других ПНИ и при выполнении последующей ОКР, а коэффициент научной и научно-технической результативности проекта имеет максимальное значение равно $K_{\text{НТР}}=1,0$.

3. В ходе проведения анализа выполнения требований Технического задания на ПНИ рассмотрены и учтены все пункты и составлена таблица соответствия заданных показателей Технического задания и полученных результатов, которая показала, что работы по проекту полностью соответствуют требованиям Технического задания и Календарного плана.

4. Проведена оценка полноты решения задач и достижения поставленных целей ПНИ, в процессе которой проанализированы все полученные результаты проекта и показано, что все поставленные задачи для решения главной цели проекта путем объединения совместных Российско-Европейских исследований в интересах обеспечения охраны окружающей среды, повышения надежности прогнозов изменения климата и улучшения качества жизни были выполнены в полном объеме и на высоком научно-техническом уровне, как со стороны НИИ «АЭРОКОСМОС», так и со стороны Иностранного партнера - Университета Хельсинки (ATM-SCIENCE UH).

5. При проведении оценки экономической эффективности проекта были учтены все основные результаты интеллектуальной деятельности, полученные в ходе проекта и рассмотрены их принципиальная новизна, конкурентоспособность, научно-технический уровень, экономическая эффективность, соответствие рассматриваемых РИД приоритетным

направлениям научно-технической деятельности Российской Федерации и экономической целесообразности. На основании проведения оценки экономической эффективности проекта, показано, что полученные результаты демонстрируют высокий научно-технический уровень разработок и высокий рыночный потенциал полученных результатов, что свидетельствует об их экономической привлекательности.

6. Разработаны рекомендации и предложения по использованию результатов ПНИ в реальном секторе экономики, а также при проведении дальнейших исследований и разработках, которые выявили, что полученные результаты, предназначенные для решения практических задач выявления источников, оценки объемов и динамики распространения загрязняющих веществ в атмосфере на пожароопасных территориях, а также для промышленных и густонаселенных областей окажут влияние на развитие научных и научно-технических направлений в таких областях, как дистанционное зондирование Земли из космоса, физика атмосферы, метеорология, а также экология и рациональное природопользование. Они позволят увеличить оперативность и качество принятия решений предприятиями Росгидромета, Минприроды России, МЧС России и другими ведомствами, а также могут быть использованы в качестве основы для ведения кадастра выгоревших территорий. Применение разработанных методов позволит оценивать влияние негативных воздействий естественных и антропогенных эмиссий и аэрозолей на воздушную среду, в том числе верхнюю атмосферу, на изменение климата в локальном, региональном и глобальном масштабах.

7. Разработан проект Технического задания на проведение ОКР по теме: «Разработка системы мониторинга естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования».

8. В соответствии с Техническим заданием проведены дополнительные патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96, объектами которых послужили поданные на пятом этапе проекта заявки на получение патента на изобретение «Устройство экспресс-анализа примесных газов в атмосфере», а также на регистрацию базы данных «Антропогенные источники эмиссий газовых примесей и аэрозолей на территории РФ, выявленные по данным космического мониторинга».

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

- анализ дальнейшего развития и использования сложных методов измерения аэрозолей и инструментов моделирования от квантовой химии глобальных моделей систем Земли;
- обобщение и анализ результатов проведенных исследований.

Результаты, полученные Иностранным партнером, представлены в аннотационном отчете.

10. Работы по пятому этапу ПНИ «Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования», выполнены в полном объеме на высоком научно-техническом уровне и соответствуют требованиям Технического задания и Календарного плана.

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

НИИ "АЭРОКОСМОС"

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.
2. Бондур В.Г., Савин А.И. Концепция создания систем мониторинга окружающей среды в экологических и природно-ресурсных целях // Исследование Земли из космоса. 1992. №6. С. 70-78.
3. Бондур В.Г., Тикунов 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. P. 65-74).
4. Грузина Ю.М., Мамин Р.Г. Эколого-технологические методы оценки особо охраняемых природных территорий // Экономика природопользования. 2013. №2. С.30-37.
5. Бондур В.Г., Гапонова Е. В., Черепанова Е. В., Гинзбург А. С., Цидилина М. Н., Воронова О. С.; Мурынин А. Б., Трекин А. Н., Улановский С. А., Алоян А. Е., Арутюнян В. О., Ермаков А. Н., Арутюнян К. А., Митюшина Е. С., Гапонова М. В. и др. Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования. Этап № 1: «Выбор направлений исследований. Проведение теоретических исследований». Соглашение о предоставлении субсидии № 14.586.21.0004. Регистрационный номер НИОКР 114101040001. Регистрационный номер ИКРБС 215030670015. - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2014. - 156с.
6. Бондур В.Г., Гапонова Е. В., Черепанова Е. В., Цидилина М. Н., Воронова О. С., Митюшина Е. С., Тарасова М. А., Арутюнян К. А., Мурынин А. Б., Гапонова М. В., Алоян А. Е., Арутюнян В. О., Ермаков А. Н. и др. Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования. Этап № 2: «Разработка методов мониторинга и комплексной математической модели». Соглашение о предоставлении субсидии № 14.586.21.0004. Регистрационный номер НИОКР 114101040001. Регистрационный номер ИКРБС 215100570010. - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2015. – 143 с.
7. Бондур В.Г., Гапонова Е. В., Черепанова Е. В., Цидилина М. Н., Воронова О. С., Митюшина Е. С., Тарасова М. А., Арутюнян К. А., Мурынин А. Б., Трекин А.Н., Гапонова М.

В., Алоян А. Е., Арутюнян В. О., Ермаков А. Н. и др. Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования. Этап № 3: «Разработка прототипов программного обеспечения для мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных». Соглашение о предоставлении субсидии № 14.586.21.0004. Регистрационный номер НИОКР 114101040001. Регистрационный номер ИКРБС АААА-А16-216052650067-0. - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2016. – 75 с.

8. Бондур В.Г., Гапонова Е. В., Черепанова Е. В., Воронова О. С., Митюшина Е. С., Тарасова М. А., Арутюнян К. А., Мурынин А. Б., Трекин А.Н., Моисеенко К.Б., Скороход А.И., Васильева А.В., Штабкин Ю.А. и др. Разработка методов мониторинга динамики естественных и антропогенных эмиссий газовых примесей и аэрозолей в атмосферу на основе космических данных и результатов моделирования. Этап № 4: «Экспериментальные исследования». Соглашение о предоставлении субсидии № 14.586.21.0004. Регистрационный номер НИОКР 114101040001. Регистрационный номер ИКРБС АААА-Б16-216111640014-1. - М.: НИИ АЭРОКОСМОС, 2016. – 215 с.

9. Бондур В.Г., Гапонова М.В., Арутюнян К.А., Воронова О.С., Тарасова М.А., Трекин А.Н., Гущин А.Ю., Кладов В.Л., Улановский С.А., Цидилина М.Н., Митюшина Е.С., Гапонова Е.В., Тушнова А.П., Воробьев В.Е. 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 // отчет о НИР № 14.583.21.0003 от 08.08.2014 (Министерство образования и науки Российской Федерации)

10. Бондур В.Г., Гапонова М.В., Митюшина Е.С., Мурынин А.Б., Мынцов И.А., Ведешин Л.А., Козодеров В.В., Дмитриев Е.В., Арутюнян К.А., Воробьев В.Е., Воронова О.С., Гапонова Е.В., Игнатъев В.Ю., Кладов В.Л., Рихтер А.А., Тарасова М.А., Трекин А.Н., Цидилина М.Н., Черепанова Е.В., Якушенков Ю.Г. 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 // отчет о НИР № 14.583.21.0003 от 08.08.2014 (Министерство образования и науки Российской Федерации).

11. Бондур В.Г. Космический мониторинг эмиссий малых газовых компонент и аэрозолей при природных пожарах в России // Исследование Земли из космоса. 2015. №6. С.21-35.

12. Бондур В.Г., Гапонова М.В., Мурынин А.Б., Юдин И.А. Космические методы и технологии мониторинга и прогнозирования эмиссий вредных примесей в атмосферу при лесных и торфяных пожарах // Материалы Итоговой конференции по результатам выполнения мероприятий ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» за 2012 год по приоритетному направлению «Рациональное природопользование». 19 декабря 2012. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Москва. 2012. С. 33-34.
13. 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.
14. 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.
15. Бондур В.Г., Мурынин А.Б., Воробьев В.Е., Улановский С.А., Замшин В.В., Юдин И.А., Трекин А.Н., Воронова О.С., Гапонова М.В., Кладов В.Л., Матвеев И.А. Проблемно-ориентированные поисковые исследования в области разработки космических методов и технологий мониторинга и прогнозирования эмиссий вредных примесей в атмосферу при лесных и торфяных пожарах // отчет о НИР № 16.515.11.5028 от 18.02.2011 (Министерство образования и науки Российской Федерации).
16. Бондур В.Г. (ред.) Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса // Под редакцией Бондура В.Г. М.: Научный мир, 2012. 558 с.
17. Бондур В.Г. Аэрокосмические методы и технологии мониторинга нефтегазоносных территорий и объектов нефтегазового комплекса // Исследование Земли из космоса. 2010. № 6. С. 3-17
18. 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.
19. 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.

20. 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.
21. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф. Космический мониторинг тропических циклонов. М: Научный мир, 2014. 508 с.
22. Бондур В.Г. Актуальность и необходимость космического мониторинга природных пожаров в России // Вестник Отделения наук о Земле РАН. 2010. Т2. NZ11001
23. 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.
24. Бондур В.Г. Космический мониторинг природных пожаров // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2011. №2-3. С. 78-94.
25. Бондур В.Г. Космический мониторинг природных пожаров в России в условиях аномальной жары 2010 г. // Исследование Земли из космоса. 2011. № 3. С. 3-13
26. Bondur V.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.
27. 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. Pan-Eurasian Experiment (PEEX) overview // Proceedings of the 1st Pan-Eurasian Experiment (PEEX) conference and the 5th PEEX meeting. 2015. P. 220-221.
28. Kulmala, M., Lappalainen, H. K., Petäjä, T., Kurten, T., Kerminen, V.-M., Viisanen, Y., Hari, P., Sorvari, S., Bäck, J., Bondur, V., Kasimov, N., Kotlyakov, V., Matvienko, G., Baklanov, A., Guo, H. D., Ding, A., Hansson, H.-C., and Zilitinkevich, S.: Introduction: The Pan-Eurasian Experiment (PEEX) – multidisciplinary, multiscale and multicomponent research and capacity-building initiative, Atmos. Chem. Phys., 15, 13085-13096, doi:10.5194/acp-15-13085-2015, 2015.
29. 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.
30. Lappalainen H.K., Petäjä T., Kerminen V.M., Makkonen R., Malkamäki A., Alekseychik P., Zaitseva N., Kujansuu J., Ruuskanen T., Lauri A., Kyrö E., Mazon S., Scherbinin A., Konstantinov P., Kaukolehto M., Chubarova N., Laurila T., Asmi E., Juhola S., Bäck J. et al. Pan- Eurasian experiment (peex) program overview - towards coordinated coherent data systems enabling

services for the society // Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН. 2016. Т. 4. № 2. С. 31.

31. 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.

32. 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.

33. Бондур В.Г., Васякин С.А., Воронова О.С., Зуев П.В., Ким Г.А., Митюшина Е.С. Разработка методов анализа и интеграции космических данных на различных уровнях пространственной дифференциации для мониторинга и прогнозирования состояния опасных мезомасштабных процессов на границе атмосферы и гидросферы. Этап № 2 // отчет о НИР № П165 от 16.07.2009 (Федеральное агентство по образованию).

34. Бондур В.Г., Воробьев В.Е. Разработка технологий оценки состояния и динамики растительных ресурсов наземных экосистем на основе дистанционного мониторинга // В книге: Рациональное природопользование Итоговая конференция по результатам выполнения мероприятий ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012 годы» за

2008 год по приоритетному направлению «Рациональное природопользование». 2008. С. 23-25.

35. Бондур В.Г., Шахраманьян М.А., Воробьев В.Е., Замшин В.В., Замшина А.Ш., Зуев П.В. Технологии оценки состояния и динамики растительных ресурсов наземных экосистем на основе дистанционного мониторинга. этап № 5: «Отработка технических и технологических решений дистанционного мониторинга растительных ресурсов наземных экосистем» // отчет о НИР № 02.525.11.5005 от 10.01.2007 (Министерство образования и науки Российской Федерации)

36. Лазарев А.И., Бондур В.Г., Коптев Ю.И., Савин А.И., Севастьянов В.И. Космос открывает тайны Земли. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 240 с.

37. Савин А.И., Бондур В.Г. Научные основы создания и диверсификации глобальных аэрокосмических систем // Оптика атмосферы и океана. 2000. Т.13. №1. С. 46-62.

38. Шарков Е.А., Ким Г.А., Покровская И.В. Множественная генерация тропического циклогенеза в южном индийском океане // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2010. Том 7. № 3. С. 75–86.

39. 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). P. 1-4.

40. Bondur V.G. Satellite monitoring of natural hazards // Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН. 2016. Т. 4. № 2. С. 15.

41. 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. P. 1191-1201.

42. 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. Т. 48. № 9. С. 871-878.

43. Bondur V.G., Vorobev V.E. Satellite monitoring of impact arctic regions // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. 2015. Т. 51. № 9. С. 949-968.

44. 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.

45. Бондур В.Г., Гороховский К.Ю., Игнатъев В.Ю., Мурынин А.Б., Гапонова Е.В. Метод прогнозирования урожайности по космическим наблюдениям за динамикой развития

вегетации // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. №6. С. 61-68.

46. Бондур В.Г., Калери А.Ю., Лазарев А.И. Наблюдение Земли из космоса. Орбитальная станция «Мир» март-август 1992 г. Спб.: Гидрометеиздат, 1997. 92 с.

47. Бондур В.Г., Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Мониторинг и предсказание природных катастроф. // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2004. №9. С. 2-15

48. Бондур В.Г., Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Проблемы мониторинга и предсказания природных катастроф // Исследования Земли из космоса. 2005. №1. С. 3-14

49. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Развитие технологии диагностики лесных экосистем // Экологическая экспертиза. 2012. № 3. С. 3-16.

50. 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.

51. Бондур В.Г., Крапивин В.Ф., Савиных В.П. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф. М: Научный мир, 2009. 692 с.

52. Бондур В.Г., Лонский И.И., Остапенко Е.А. Модель видеобазы для обеспечения экологического мониторинга // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 1993. №1-2. С. 147-159.

53. Грузина Ю.М., Мамин Р.Г. Использование аэрокосмической информации при эколого-экономической оценке последствий загрязнений окружающей среды в процессе функционирования объектов нефтегазового комплекса // в кн. «Аэрокосмический мониторинг объектов нефтегазового комплекса» / под ред. Бондура В.Г. М.: Научный мир, 2012. С. 378–394.

54. Мурынин А.Б., Бондур В.Г., Игнатьев В.Ю., Гороховский К.Ю. Прогнозирование урожайности на основе многолетних космических наблюдений за динамикой развития вегетации // Современные проблемы дистанционного зондирования. 2013. Т.10. №4. С. 245-256.

55. Аржененко Н.И., Бондур В.Г. Классификация различных типов подстилающей поверхности по результатам многоспектрального зондирования // Материалы VIII Всесоюзного симпозиума по распространению лазерного излучения в атмосфере. Часть I. Томск. 1986. С. 174-177.

56. 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.
57. Бондур В.Г., Аржененко Н.И. Классификация облачных форм по пространственным спектрам изображений // Оптика атмосферы и океана. 1988. №11. С. 38-45.
58. Бондур В.Г., Зубков Е.В. Выделение мелкомасштабных неоднородностей оптических характеристик верхнего слоя океана по многозональным спутниковым изображениям высокого разрешения. Часть 1. Эффекты сброса дренажных каналов в прибрежные акватории // Исследования Земли из космоса. 2005. №4. С. 54-61.
59. Бондур В.Г., Мамин Р.Г., Мурынин А.Б., Гороховский К.Ю. Разработка методов оценивания плодородия и выявления степени деградации почв на основе комплексного анализа многоспектральных оптических и радиолокационных космических изображений // отчет о НИР № 16.515.11.5061 от 18.01.2011 (Министерство образования и науки Российской Федерации)
60. Бондур В.Г., Пулинец С.А. Воздействие крупно- и мезомасштабных атмосферных вихревых процессов на верхнюю атмосферу и ионосферу Земли // Теплообмен и гидродинамика в закрученных потоках: Четвертая международная конференция: тезисы докладов. Москва, 18-20 октября 2011. М.: Издательский дом МЭИ, 2011. С.22-23.
61. Бондур В.Г., Пулинец С.А. Воздействие мезомасштабных атмосферных вихревых процессов на верхнюю атмосферу и ионосферу Земли // Исследование Земли из космоса. 2012. №3. С. 3-11.
62. 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.
63. 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.
64. Бондур В.Г., Чимитдоржиев Т.Н. Дистанционное зондирование растительности оптико-микроволновыми методами // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2008. №6. С. 64-73.
65. 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.

66. Бондур В.Г. Современные подходы к обработке больших потоков гиперспектральной и многоспектральной аэрокосмической информации // Исследование Земли из космоса. 2014. №1. С. 4-16.
67. Бондур В.Г. Современные подходы к обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений // В книге: «Гиперспектральные приборы и технологии». г. Красногорск. 2013. С. 14-18.
68. 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.
69. Бондур В.Г., Мурынин А.Б., Матвеев И.А., Трекин А.Н., Юдин И.А. Метод вычислительной оптимизации в задаче сопоставления растровой и векторной информации при анализе спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования. 2013. Т.10. №4. С. 98-106.
70. Бондур В.Г., Резнев А.А. О применении суперкомпьютеров для обработки потоков аэрокосмических изображений // Материалы 2-й Всероссийской научно-технической конференции «Суперкомпьютерные технологии». 24–29 сентября 2012. Дивноморское, Геленджик. 2012. С. 338-345.
71. Бондур В.Г., Старченков С.А. Методы и программы обработки и классификации аэрокосмических изображений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2001. №3. С. 118-143.
72. Бондур В.Г., Чимитдоржиев Т.Н. Анализ текстуры радиолокационных изображений растительности // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2008. № 5. С. 9-14.
73. Бондур В.Г. Методы моделирования полей излучения на входе аэрокосмических систем дистанционного зондирования // Исследование Земли из космоса. 2000. №5. С. 16-27.
74. Бондур В.Г. Моделирование двумерных случайных полей яркости на входе аэрокосмической аппаратуры методом фазового спектра // Исследование Земли из космоса. 2000. №5. С. 28-44.
75. 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.
76. Бондур В.Г., Савин А.И. Принципы моделирования полей сигналов на входе аппаратуры ДЗ аэрокосмических систем мониторинга окружающей среды // Исследование Земли из космоса. 1995. №4. С. 24-33.

77. Аршинов М.Ю., Белан Б.Д., Давыдов Д.К., Иноуйе Г., Максюттов Ш., Мачида Т., Фофанов А.В. Вертикальное распределение парниковых газов над западной сибирью по данным многолетних измерений. // Оптика атмосферы и океана. 2009. Т. 22. № 5. С. 457-464.
78. Seiler W., Crutzen P.J. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and atmosphere from biomass burning // Climate Change. 1980. V. 2. P. 207–247.
79. D. Miller, A.E. Thode, Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR) / Remote Sensing of Environment 109 (2007) 66–80
80. Key, C. H., & Benson, N. C. (2005). Landscape assessment: Remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio. In D. C. Lutes (Ed.), FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. General Technical Report, RMRS-GTR-164-CD: LA1-LA51. (pp.) Ogden, UT: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
81. Lopez Garcia, M. J., & Caselles, V. (1991). Mapping burns and natural reforestation using Thematic Mapper data. Geocarto International, 1, 31-37.
82. Miller, J. D., & Yool, S. R. (2002). Mapping forest post-fire canopy consumption in several overstory types using multi-temporal Landsat TM and ETM data. Remote Sensing of Environment, 82(23), 481-496.
83. Landscape toolbox: [http:// wiki. landscapetoolbox .org /doku.php /remote_sensing _methods: normalized _burn_ratio](http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:normalized_burn_ratio)
84. Королев А.А. Разработка современной технологии сочетания государственного кадастрового учёта и внутрихозяйственного учёта объектов недвижимости // Диссертационная работа. Москва. 2016. 168 с.
85. <http://www.pbl.nl/en.html>
86. <http://www.baronams.com/products/ioapi/AA.html>
87. www.atmet.com
88. Арутюнова Д.В. Инновационный менеджмент. Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 152 с.
89. Круглова Н. Ю. Основы бизнеса/ Учебник для вузов. — М.: Издательство РДЛ. - 2005. - 560 с.
90. Давлятова Н.Р., Девятьярова И.П. Систематизация понятийного аппарата: потенциал рынка/ Современные тенденции развития науки и технологий. - 2015. - № 2-6. - С. 41-45/
91. 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.

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

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

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

95. Ефремов В.Ю., Гирина О.А., Крамарева Л.С., Лупян Е.А., Маневич А.Г., Мельников Д.В., Матвеев А.М., Прошин А.А., Сорокин А.А., Флитман Е.В. Создание информационного сервиса «Дистанционный мониторинг активности вулканов Камчатки и Курил» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. № 5. С.155-170.

96. Гирина О.А. О предвестнике извержений вулканов Камчатки, основанном на данных спутникового мониторинга // Вулканология и Сейсмология. 2012. №3. С. 14-22.

97. Гирина О.А., Гордеев Е.И. Проект KVERT – снижение вулканической опасности для авиации при эксплозивных извержениях вулканов Камчатки и Северных Курил // Вестник ДВО РАН. 2007. №2 (132). С.100-109.

98. Miller T.P., Casadevall T.J. Volcanic ash hazards to aviation // Encyclopedia of Volcanoes. Academic Press, San Diego, California. 2000. P.915-930.