

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИКИ РАН)

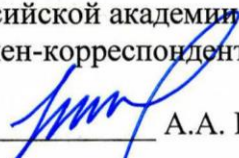
УДК 531.01 004.09 004.04

Номер государственной регистрации АААА-А18-118022790133-1

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института космических исследований
Российской академии наук
член-корреспондент РАН


А.А. Петрукович

« 27 » декабря 2019 г.

м.п.

ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Исследования в области динамики сложных механических систем, проектирования
орбит и построения математических моделей планирования космических экспериментов
(промежуточный)

Тема УПРАВЛЕНИЕ

0028-2019-0019

Научный руководитель

д.т.н.  Р.Р. Назиров

« 27 » декабря 2019 г.

Москва
2019

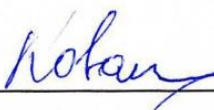
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы
зав. отделом, д-р техн. наук


_____ 13.12.19 г.
подпись, дата

Назиров Р.Р.
(введение, заключение)

Ответственный исполнитель,
вед. научн. сотр.,
д-р физ.-мат. наук


_____ 13.12.19 г.
подпись, дата

Ковалёва А.С.
(раздел 1)

Ответственный исполнитель,
главный специалист


_____ 13.12.19 г.
подпись, дата


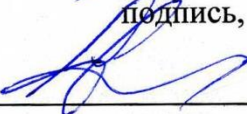
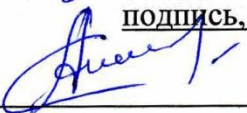
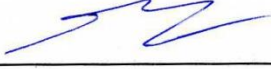
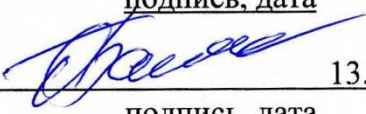


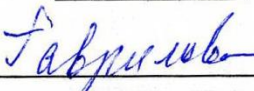



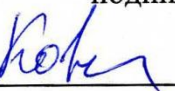




Боярский М.Н.
(раздел 2)

Ответственный исполнитель,
ст. научн. сотр.,
канд. техн. наук


_____ 13.12.19 г.
подпись, дата

Коноплёв В.В.
(раздел 3)

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Вед. научн. сотр., д-р физ.-мат. наук	 _____	13.12.19 г.	Алтайский М.В. (раздел 2)
	подпись, дата		
Главный специалист	 _____	13.12.19 г.	Андреев А.В. (раздел 2)
	подпись, дата		
Вед. математик, канд. техн. наук	 _____	13.12.19 г.	Аксенов С.А. (раздел 1)
	подпись, дата		
Научн. сотр.	 _____	13.12.19 г.	Балтер Б.М. (раздел 1)
	подпись, дата		
Рук. сектора	 _____	13.12.19 г.	Батанов О.В. (раздел 2)
	подпись, дата		
Программист	 _____	13.12.19 г.	Бобер С.А. (раздел 1)
	подпись, дата		
Главный специалист	 _____	13.12.19 г.	Боярский М.Н. (раздел 2)
	подпись, дата		
Вед. математик	 _____	13.12.19 г.	Гаврилова Е.А. (раздел 2)
	подпись, дата		
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	 _____	13.12.19 г.	Гришин В.А. (раздел 2)
	подпись, дата		
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	 _____	13.12.19 г.	Егоров В.В. (раздел 2)
	подпись, дата		
Вед. научн. сотр., д-р техн. наук	 _____	13.12.19 г.	Золотарев В.В. (раздел 2)
	подпись, дата		
Вед. научн. сотр., д-р физ.-мат. наук	 _____	13.12.19 г.	Ковалёва А.С. (раздел 1)
	подпись, дата		
Ст. научн. сотр., канд. техн. наук	 _____	13.12.19 г.	Коноплев В.В. (раздел 2,3)
	подпись, дата		
Инженер	 _____	13.12.19 г.	Медведев Р.А. (раздел 1)
	подпись, дата		
Нач. отдела	 _____	13.12.19 г.	Назаров В.Н. (раздел 2)
	подпись, дата		
Ст. научн. сотр., канд. физ.-мат. наук	 _____	13.12.19 г.	Прохоренко В.И. (раздел 1)
	подпись, дата		

Глав. научн. сотр., д-р физ.-мат. наук	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Пулинец С.А. (раздел 1,2)
Программист	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Полякова Т.В. (раздел 1)
Вед. математик	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Рязанова Е.Е. (раздел 1)
Мл. научн. сотр.	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Стальная М.В. (раздел 2)
Главный специалист	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Старостина О.А. (раздел 2,3)
Вед. научн. сотр., д-р физ.-мат. наук	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Суровяткина Е.Д. (раздел 1)
Вед. математик, канд. физ.-мат. наук	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Федяев К.С. (раздел 1)
Вед. математик, канд. физ.-мат. наук	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Чесалин Л.С. (раздел 2)
Зам. зав. отделом	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Шевченко М.И. (раздел 2)
Вед. научн. сотр., канд. техн. наук	 _____ 13.12.19 г. подпись, дата	Эйсмонт Н.А. (раздел 1)

РЕФЕРАТ

Отчет 53с., 10 рисунков, 1 таблица, 107 источника.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА, АСТЕРОИДНО-КОМЕТНАЯ ОПАСНОСТЬ, НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ, НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ, ОРБИТЫ ИСЗ, АРХИВЫ НАУЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ, НАЗЕМНЫЕ НАУЧНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

СОДЕРЖАНИЕ		
		Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	8
1	Раздел 1. Математические модели планирования космических экспериментов	10
1.1	Разработка аналитических и численных методов решения задач управления сложными механическими системами переменной структуры с целью создания требуемых режимов движения.....	10
1.2	Работы по навигационному обеспечению проектов Спектр-Рентген-Гамма, Венера-Д, Трабант, Бумеранг, Радиоастрон.....	10
1.3	Оценивание точности определения параметров движения естественных и искусственных небесных тел (астероидов, космических аппаратов).	11
1.4	Анализ и обобщение накопленных знаний и опыта в области выбора орбит ИСЗ, исходя из задач космических экспериментов и с учетом особенностей эволюции орбит и времени их баллистического существования, а также технических ограничений.	12
1.5	Определение ориентации научного прибора эксперимента «Плазма-Ф» в солнечно-эллиптической системе и расчет направления солнечного ветра.....	12
1.6	Продолжение выполнения расчетов, связанных с дискретным представлением непрерывных объектов сложных пространственных форм, методом конечных элементов.	13
1.7	Исследования нелинейной динамики систем испытывающих бифуркации и разработка методов управления такими системами. Исследования условий возникновения и завершения летнего Индийского муссона в 2016-2018 гг.....	14
1.8	Исследования катастроф и критических явлений в распределенных динамических системах	17
2	Раздел 2. Интеллект. Телекоммуникационные технологии	22
2.1	Информационная поддержка научно-организационной деятельности ИКИ в сети Интернет.....	22
2.2	Поддержание и развитие архива научных космических данных на базе распределено-реплицируемой сетевой файловой системы GlusterFS.....	22
2.3	Экспериментальный консолидированный высокопроизводительный вычислительный сегмент в центре обработки данных ИКИ РАН.....	23
2.4	Наземные научные комплексы (ННК). Разработка концептуальных, технологических и методологических подходов повышения научной отдачи научных космических экспериментов за счет организации эффективной наземной информационной поддержки, а также их экспериментальная отработка.....	23
2.5	Разработка алгоритма детектирования рыболовных судов в ночное время во всей акватории мирового океана по данным с панхроматического диапазона DNB мультиспектрального радиометра VIIRS, установленного на американском метеорологическом спутнике Suomi NPP. Алгоритм должен быть устойчив к помехам от лунной засветке облаков, полярного сияния, космических лучей, газовых факелов и электрических огней на морских нефтяных платформах и бликов в телескопе спутника.....	24
2.6	Разработка алгоритма оценки объемов сжигания попутного газа в 2012-2019 гг. по инфракрасным спектрам от газовых факелов на ночных снимках с мультиспектрального радиометра VIIRS, установленного на американском метеорологическом спутнике Suomi NPP.....	25

2.7	Разработка алгоритма детектирования вулканических извержений по инфракрасным спектрам от газовых факелов на ночных снимках с мультиспектрального радиометра VIIRS, установленного на американском метеорологическом спутнике Suomi NPP.....	25
2.8	Теоретические исследования, связанные с применением квантовых нейронных сетей для перспективных квантовых бортовых систем искусственного интеллекта.....	27
2.9	Теоретические исследования связанные с применением непрерывного вейвлет-преобразования для определения зависимости турбулентной вязкости от масштаба измерения и времени жизни когерентных структур в атмосфере.....	27
2.10	Исследование возможностей применения космических данных для улучшения оценок риска для здоровья населения от загрязнения атмосферы. Разработка методики использования космических данных при оценке и управлении риском. Продолжение практических работ по оценке и управлению риском для здоровья населения в связи с загрязнением атмосферы от действующих и строящихся предприятий, а также от транспортных потоков в городах.....	27
2.11	Продолжение разработки теоретических и алгоритмических основ применения теории оптимального управления к информационному циклу управления состоянием экологических объектов с использованием аэрокосмических данных, включая оптимизацию средств наблюдений. Тестирование такого цикла на компьютерных имитационных моделях с использованием реальных данных.....	28
2.12	Развитие математического обеспечения для первичной и вторичной обработки прибора BMSW, входящего в состав эксперимента «Плазма-Ф». Проведение систематической обработки и архивации данных.....	28
2.13	Обработка изображений линии горизонта в интересах решения навигационных задач	29
2.14	Интеллектуальные системы управления	30
2.15	Разработка методов прецизионной астронавигации в пределах Солнечной системы. Сейфертовская галактика NGC 1275 (3C 84).....	31
2.16	Разработка методов улучшения сходимости алгоритмов декодирования на базе МПД декодеров при большом уровне шума. Подготовка материалов и работа с издательством по изданию новой монографии по корректирующим кодам на английском языке. Продолжение работы по сопровождению процесса патентования новых методов помехоустойчивого кодирования.....	31
2.17	Исследование связи вариаций галактических космических лучей с интенсивностью тропических ураганов и тайфунов.....	33
2.18	Калибровка цифровых фотокамер без использования метрических данных о тест-объекте	34
3	Раздел 3. Космос.....	36
3.1	Модернизация и развитие научной космической сети «КОСМОС»	36
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	37
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	39
	Публикации по теме УПРАВЛЕНИЕ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Институт космических исследований Российской академии наук проводит научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в соответствии с государственным заданием ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ по следующим научным направлениям.

- научные исследования в области астрофизики и радиоастрономии (номер направления в Программе 16, 14)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области Физики космической плазмы, энергичных частиц, Солнца и солнечно-земных связей (номер направления в Программе 16, 14)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планет и малых тел Солнечной системы (номер направления в Программе 16, 71)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования планеты Земля (номер направления в Программе 79,80)
- Фундаментальные и прикладные научные исследования в области механики, систем управления и информатики (номер направления в Программе 21)
- Развитие исследовательской, конструкторской, опытно-экспериментальной базы научного космического приборостроения и методов экспериментальной физики (номер направления в Программе 16)

Эти направления НИР и ОКР соответствуют следующим направлениям фундаментальных исследований, указанным в Программе фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013 - 2020 годы, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 03 декабря 2012 г., № 2237-р

п/п	Направление фундаментальных исследований	Номер направления в «Программе»
1	Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхождение, строение и эволюция Вселенной, природа темной материи и темной энергии, исследование Луны и планет, Солнца и солнечно-земных связей, развитие методов и аппаратуры внеатмосферной астрономии и исследований космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач	16
2	Современные проблемы физики плазмы, включая физику астрофизической плазмы, физику низкотемпературной плазмы и основы её применения в технологических процессах	14

3	Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли. Космохимия планет и других тел Солнечной системы. Возникновение и эволюция биосферы Земли, биогеохимические циклы и геохимическая роль организмов.	129
4	Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии.	138
5	Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества	137
6	Общая механика, навигационные системы, динамика космических тел, транспортных средств и управляемых аппаратов, механика живых систем.	21

Фундаментальные и прикладные научные исследования в области механики, систем управления и информатики проводятся по теме 0028-2014-0005 УПРАВЛЕНИЕ.

Тема 0028-2014-0005 УПРАВЛЕНИЕ является частью государственного задания ЧАСТЬ 2: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РАБОТЫ.

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2019 г. по теме УПРАВЛЕНИЕ Исследования в области динамики сложных механических систем, проектирования орбит и построения математических моделей планирования космических экспериментов.

УПРАВЛЕНИЕ

Исследования в области динамики сложных механических систем, проектирования орбит и построения математических моделей планирования космических экспериментов

Гос.рег. № АААА-А18-118022790133-1

Раздел 1 Математические модели планирования космических экспериментов

1.1 Разработка аналитических и численных методов решения задач управления сложными механическими системами переменной структуры с целью создания требуемых режимов движения

Исследованы возможности активного управления резонансными режимами в цепи слабо связанных нелинейных осцилляторов. Изучен переход от хаотических колебаний к устойчивому резонансу при действии периодического возбуждения и слабой диссипации в цепи. Условия резонанса в возбужденном осцилляторе рассматриваются как необходимые условия возбуждения резонансных колебаний в цепи. Показано, что локализация резонансных колебаний зависит от сочетания параметров цепи и возбуждения.

Устойчивый резонансный режим в диссипативной цепи может возникнуть либо во всех осцилляторах в цепи с небольшим числом частиц, либо на ограниченном участке, близком к источнику возбуждения, а в удаленной части цепи возникают малые колебания. Длина возбужденного участка, т.е. число осцилляторов, захваченных в резонанс, определяется соотношением параметров системы и возбуждения. Теоретические выводы работы хорошо согласуются с численным моделированием. Полученные результаты открывают возможности создания режимов с желаемой энергией на требуемом интервале времени в системах с цепной структурой.

1.2 Работы по навигационному обеспечению проектов Спектр-Рентген-Гамма, Венера-Д, Грабант, Бумеранг, Радиоастрон

1. По проекту Спектр-РГ были выполнены исследования, направленные на выбор оптимальных дат старта ракеты-носителя Протон-М с разгонным блоком ДМ-03 в условиях технических ограничений и требований планируемых экспериментов. Работы проводились в кооперации с НПО Лавочкина, РКК «Энергия» и Центром Хруничева. В результате их выполнения, в том числе реализации операций по навигационному обеспечению проекта, был осуществлён успешный запуск и выведение космического аппарата на рабочую орбиту. Выполнена подготовка к переходу на регулярные измерения в рамках обзора неба рентгеновскими

телескопами на борту аппарата. Разработаны методы оптимального управления движением аппарата при проведении измерений. Эти методы приняты к исполнению в реализуемых программах.

2. По проекту Радиоастрон были выполнены запланированные работы по навигационной поддержке выполняемых на борту аппарата измерений. Кроме того, были подготовлены сценарии безопасного завершения экспериментов в рамках проекта.
3. По проекту «Венера-Д» были разработаны сценарии миссии с дополнениями к составу проекта, в частности с использованием аппаратов в окрестности коллинеарных точек либрации Венеры. Проведены исследования и разработаны рекомендации по расширению достижимых районов посадки на поверхность Венеры.
4. По проекту «Трабант» подготовлены обоснования и разработаны методы навигации и управления движением с применением газореактивных двигателей, обеспечивающие полет пары аппаратов с заданным относительным положением.

1.3 Оценивание точности определения параметров движения естественных и искусственных небесных тел (астероидов, космических аппаратов)

Продолжены исследования по развитию компьютерных методов построения периодических и квазипериодических решений ограниченной задачи трех тел. Алгоритмы решения данной задачи востребованы при проектировании миссий, использующих орбиты вокруг точек либрации, актуальность которых подтверждена рядом успешных космических миссий включая российский проект Спектр-РГ, в рамках которого в 2019 году состоялся запуск космического аппарата на орбиту вокруг точки либрации L2 системы Солнце-Земля. С помощью предложенных в работе [Аксенов, Бобер, 2018] методов оценки эволюции квазипериодических орбит вокруг точки L2 по значениям компонент вектора состояния исследована орбита КА Спектр-РГ и предложены варианты ее коррекции с целью улучшения условий радиовидимости, достигаемого за счет уменьшения значения максимального выхода из эклиптики в южном направлении.

[Аксенов, Бобер, 2018] Аксенов С.А., Бобер С.А. Расчет и исследование ограниченных орбит вокруг точки либрации L2 системы Солнце-Земля, Космические исследования, 2018, №2, стр. 160-167.

Выполнены расчеты окон видимости для космических аппаратов Спектр-РГ и Экзомарс-2020 на 2 года вперед с наземных пунктов Медвежьи озера, Калязин, Уссурийск.

Создано ПО для генерации и подготовлен набор ядер (файлов) для системы информационной поддержки миссии СРГ в формате библиотеки SPICE (NASA).

Созданы элементы ПО для генерации и подготовлена часть ядер (файлов) для системы информационной поддержки миссии ExomarsRSP (Экзомарс-2020).

1.4 Анализ и обобщение накопленных знаний и опыта в области выбора орбит ИСЗ, исходя из задач космических экспериментов и с учетом особенностей эволюции орбит и времени их баллистического существования, а также технических ограничений

1. Особенности вековой эволюции орбиты Спектр-Р способствовало накоплению опыта в исследованиях эволюции высокоапогейных орбит ИСЗ с учётом прецессии орбиты Луны. Следует отметить, что прогноз эволюции орбиты КА Спектр-Р, запущенного на околоземную орбиту в 2011 году, свидетельствовал об угрозе соударения этого КА с Землёй в середине 2022 года. КА Спектр-Р прекратил свою работу в начале 2019 года, но не за счёт падения спутника, а за счёт прекращения работы бортовой аппаратуры. И теперь нужно определить, когда и куда этот спутник упадёт на Землю.

Опыт исследования эволюции орбиты КА Спектр-Р заставил задуматься о роли прецессии орбиты Луны в качестве дополнительного возмущающего фактора в эволюции высокоапогейных орбит ИСЗ, а также дополнительного фактора, который нужно учитывать при выборе даты старта с учётом особенностей вековой эволюции орбит и времени баллистического существования.

Не следует забывать, что качественные методы исследований, используемые при выборе орбит, имеют приближённый характер. А при численных расчётах не следует забывать об учёте возмущений, действующих в тех областях, через которые проходит орбита. Не следует забывать и о том, что границы этих областей получены на основании качественных методов теории возмущений.

2. При выборе орбит для проекта Гамма 400 мы используем численные расчёты, а при геометрических исследованиях эволюции орбит используем интегральные константы Лидова-Козаи, которые не остаются постоянными, а эволюционируют во времени. Так что качественные и количественные методы исследования эволюции орбит дополняют друг друга.

Был проведен ситуационный анализ орбит КА Гамма 400 с начальными данными, выбранными по аналогии с КА Прогноз 6, который был запущен в 1977, эволюционировал

до 2019 года и совершил 5 долговременных периодов эволюции, которые составляли около 8 лет и носили либрационный характер.

Начальные значение высоты перигея и большой полуоси орбиты Гамма-400 выбраны в соответствии с проектом Интеграл. Для орбиты Гамма-400 с датой старта 2027 год долговременная эволюция на всех рассматриваемых периодах носит либрационный характер, оставляя перигей под эклиптической, а апогей над эклиптической. Перигей переходит из четвертой четверти в третью, а апогей из второй четверти в первую. Первый период вековой эволюции составляет около 15 лет, а второй период – около 25 лет.

Перенос даты старта на 2030 год меняет характер долговременной эволюции орбиты. Первый период вековой эволюции орбиты носит либрационный характер и составляет 18 лет. А второй период вековой эволюции носит ротационный характер и составляет 28 лет.

При ротационном характере орбиты Перигей переходит из четвертой четверти в первую, потом во вторую, потом третью и возвращается в четвертую. А апогей переходит из второй четверти в третью, потом четвёртую, потом в первую, потом во вторую.

Эту картину демонстрирует эволюция годовых орбитальных торов, которым уделено большое внимание в статье *Victoria Prokhorenko. Orbital Tori in Three-Dimensional Space and Time // Proceedings of the X All-Russian Conference “Fundamental and Applied Problems of Modern Mechanics” (FAPMM 2018). AIP Conference Proceedings 2103, 020012 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5099876> Published by AIP Publishing.*

1.5 Определение ориентации научного прибора эксперимента «Плазма-Ф» в солнечно-эклиптической системе и расчет направления солнечного ветра

В ходе астрофизического эксперимента «Плазма-Ф» (на борту КА СПЕКТР-Р) проводилась систематическая обработка и архивация экспериментальных данных по определению ориентации научного прибора БМСВ в солнечно-эклиптической системе координат GSE. Результаты, представленные в виде матриц перехода из систем КА и БМСВ в систему GSE, регулярно размещались на сервере plasma-f.cosmos.ru.

Разработана методика расчета текущих параметров солнечного ветра по данным эксперимента с учетом орбитального движения Земли. Продолжалась (совместно с лабораторией 821) обработка и анализ текущих данных прибора БМСВ, используемых при физической интерпретации данных о Солнечном ветре.

1.6 Продолжение выполнения расчетов, связанных с дискретным представлением непрерывных объектов сложных пространственных форм, методом конечных элементов

Проведено моделирование блока аппаратуры для космических аппаратов как непрерывных объектов сложных пространственных форм с использованием метода динамической редукции Крейга-Бэмптона. Исследованы принципы построения общих уравнений динамики упругих тел на основе модели Крейга-Бэмптона. Проработана постановка задачи для расчета собственных частот и вынужденных колебаний для космической аппаратуры. Проводились проработка и уточнение основных требований к расчетной модели. С помощью пакетов моделирования Nastran/Patran проводились расчеты на тестовых примерах пластин с различными типами закрепления. Проведено исследование автоматического способа разбиения модели, импортированной из SolidWorks, на блоки в HyperMesh. Выполнен обзор литературы решения задач методом динамической редукции Крейга-Бэмптона в системах Nastran/Patran и Ansys.

1.7 Исследования нелинейной динамики систем, испытывающих бифуркации, и разработка методов управления такими системами. Исследования условий возникновения и завершения летнего Индийского муссона в 2016-2018 гг.

1. Прогнозирование Индийского муссона

Цель исследования - предсказание времени сезона муссонов в центральной части Южной Индии, используя подход выявления критических областей. Мы рассматриваем начало летнего муссона, как пример резкого пространственно-временного перехода, механизм которого полностью не понят. Исследование основано на наблюдениях за приповерхностной температурой воздуха и характеристиками ветра в результате повторного анализа ERA-40 и NCEP / NCAR. Мы ориентируемся на изменение направления ветра в Бенгальском заливе, изучаем влияние изменения климата на время муссонов в этом регионе. Эти наблюдения позволяют улучшить прогноз времени сезона муссонов в Южной Индии. Общая структура для прогнозирования пространственно-временных критических переходов применима для систем различной природы. Это позволяет прогнозировать будущее только по данным наблюдений, когда модель перехода еще не существует.

В течении четырех лет (2016-2019) проводилось тестирование метода долгосрочного прогноза начала и завершения летнего Индийского муссона в центральной части Индии.

Тестирование метода прогноза [Stolbova et al.,2016] проводилось на основе данных ре-анализа NCEP/NCAR и ERA-40 о среднесуточной приповерхностной температуре, давлении и относительной влажности с пространственным разрешением 2.5° за период 2000–2019 гг. Результаты тестирования представлены в Таблице 1.7.1.

Таблица 1.7.1 – результаты тестирования метода прогноза

Годы	Публикация прогноза	Прогноз	Факт	Публикация прогноза	Прогноз	Факт
	Начало муссона			Завершение муссона		
2016	6 мая	13 июня +/-4 дня	17 июня	27 июля	5 октября +/-5 дней	10 октября
2017	8 мая	18 июня +/-4 дня	16-18 июня	30 июля	12 октября +/-5 дней	15-16 октября
2018	7 мая	15 июня +/-4 дня	9-19 июня	30 июля	18 октября +/-5 дней	18-21 октября
2019	7 мая	14 июня +/-4 дня	18-19 июня	9 августа	19 октября +/-5 дней	14 - 26 октября

Прогнозы были опубликованы в Twitter, Facebook и в Индийских средствах массовой информации, представлены на конференциях, Индийскому Метрологическому обществу и Метеорологическому Департаменту Индии.

Тестирование показало, что даты прогнозов начала муссона в 2016, 2017, 2018 и 2019 гг., представленные за 40 дней до начала муссона в центральной части Индии, и даты завершения муссона, представленные за 70 дней, попали в предсказанный диапазон, что подтверждается фактическими значениями, зафиксированными постфактум Департаментом метеорологии Индии [http://www.imd.gov.in/pages/monsoon_main.php].

Таким образом, все восемь прогнозов начала и завершения Индийского муссона в 2016, 2017, 2018 и 2019 оказались успешными.

В заключении необходимо отметить, что прогноз даты начала муссона является самым ранним, а прогноз окончания муссона является единственно доступным в Индии.

2. Взаимодействие между шумом и зависящими от скорости явлениями при медленном переходе к колебаниям предельного цикла в бистабильной термоакустической системе

Изучалось влияние шума на зависящие от скорости переходы в зашумленном бистабильном генераторе на примере термоакустической системы. По мере того, как параметр - мощность нагревателя - увеличивается квазистационарным образом, сверх критического значения, термоакустическая система претерпевает бифуркацию Хопфа и проявляет периодические колебания. Обнаружено, что этот переход задерживается, когда параметр управления изменяется, как функция времени. Однако, наличие собственного шума в системе вносит значительные изменения в характеристики этого критического перехода. В результате, если значение системной переменной - акустического давления - приближается к минимальному уровню шума до того, как система перейдет в неустойчивое состояние, влияние скорости на критический переход становится несущественным при определении характеристик перехода, и система испытывает индуцированный шумом срыв к колебаниям предельного цикла. Наличие срыва, вызванного шумом, затрудняет идентификацию режимов устойчивости. Мы показываем, что шум может по-разному влиять на динамическую бифуркацию в системе, в зависимости от начальных условий системы и скорости изменения параметра системы. Мы используем трубку Рийке, чтобы экспериментально продемонстрировать наши результаты теоретического анализа.

3. Многофазные «химеры» в ансамбле связанных осцилляторов пламени свечей

Синхронизация и "химера" являются примерами коллективного поведения, наблюдаемого в ансамбле связанных нелинейных осцилляторов. Мы представляем первое экспериментальное исследование, раскрывающее маршрут синхронизации слабой химеры, через состояния угасания, кластеризации и химеры в единой системе четырех связанных осцилляторов пламени свечей. Также мы сообщаем об открытии многофазной химеры и первыми экспериментальными доказательствами теоретически предсказанных состояний синфазной химеры и антифазной химеры. Этот результат важен для практических приложений теории горения, в частности, для расчетов устойчивости пламени при создании горелочных устройств.

4. «Чертова лестница» в семействе спектров нормальных мод древовидных ансамблей идентичных взаимосвязанных осцилляторов

Исследованы иерархически организованные ансамбли идентичных взаимосвязанных осцилляторов с различной топологией организации. Построено семейство спектров нормальных мод. Показано, что древовидные ансамбли обладают фрактальным спектром нормальных мод типа «чёртова лестница», причем с ростом количества ветвей дерева и при введении дополнительных связей между элементами ансамбля количество вырожденных мод возрастает. Приведен анализ влияния топологий

ансамблей и сил связей между его элементами на спектральные характеристики. Этот подход может применяется для анализа динамики сложных белковых соединений, молекулярных машин, спиновых стекол. В частности, локальные высокочастотные движения отдельных частей молекулярной машины могут приводить к низкочастотным движениям всей структуры. При этом энергия высокочастотных колебаний частично переходит в энергию низкочастотных колебаний, что может быть использовано для управления свойствами молекулярной машины.

1.8 Исследования катастроф и критических явлений в распределенных динамических системах

1. Развитие технологии использования данных глобальных навигационных систем (GPS/ГЛОНАСС) для мониторинга природных и техногенных катастроф путем регистрации аномалий в ионосфере, возникающих над областями критических и катастрофических явлений

Была разработана технология формирования разностных карт полного электронного содержания (ПЭС) по данным глобальных карт ПЭС в формате IONEX, позволяющая выделять аномалии в ионосфере над областями природных и антропогенных катастрофических явлений. В качестве примеров приведем несколько иллюстраций:

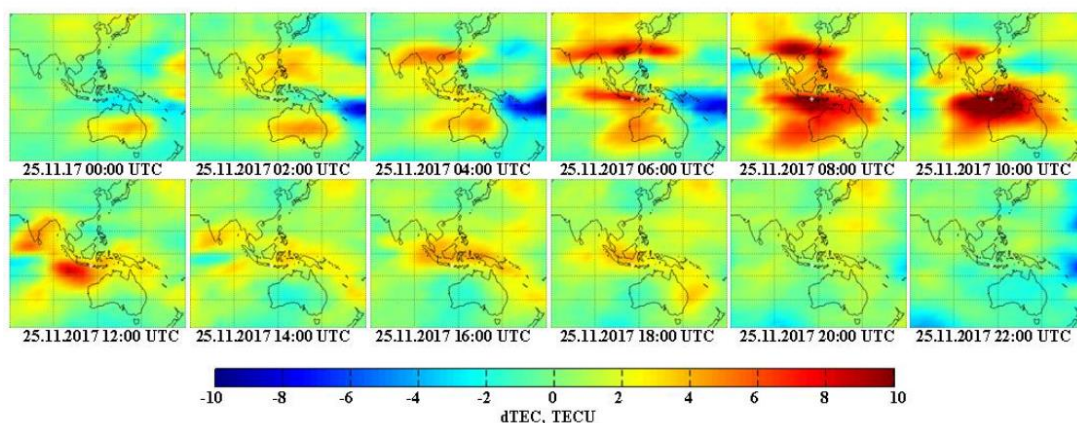


Рисунок 1.8.1 – Динамика положительной аномалии в ионосфере после извержения вулкана Агунг на Филиппинах 25 ноября 2017 г. Белые точки на рисунках в правой части верхней панели – положение вулкана Агунг

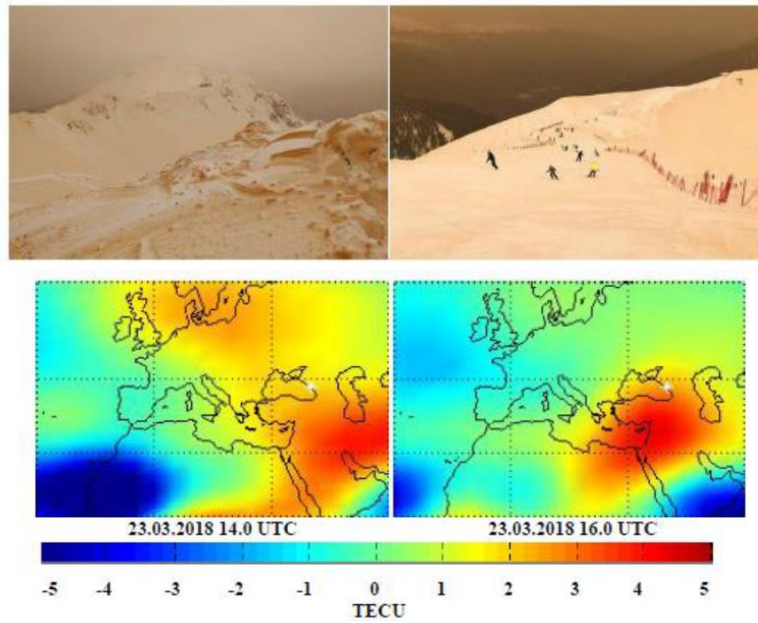


Рисунок 1.8.2 - Верхняя панель – красный снег на Красной поляне в Сочи в результате выпадения песка от песчаной бури из Аравийской пустыни. Нижняя панель – положительная аномалия в ионосфере над облаком песчаной бури 23 марта 2018 г.

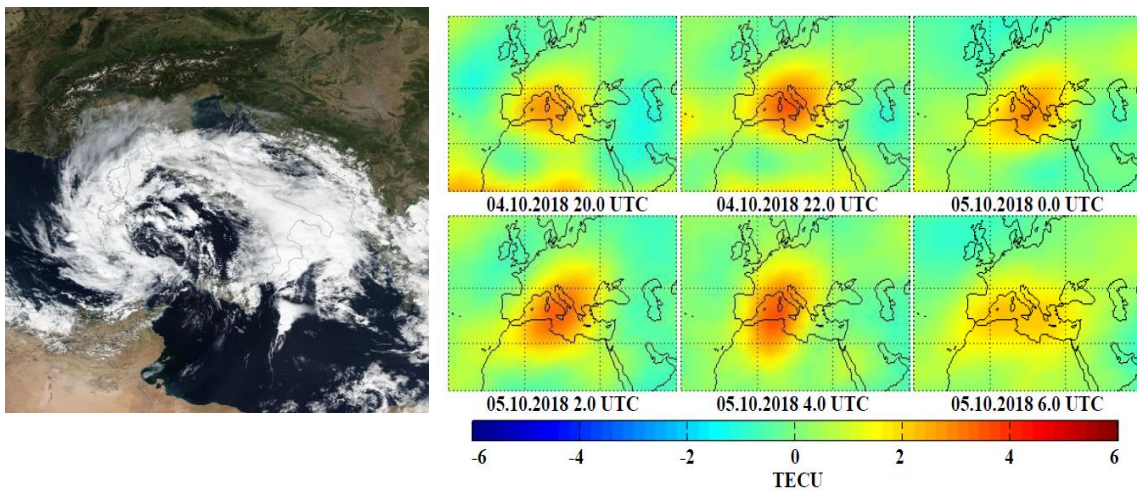


Рисунок 1.8.3. - Динамика аномалии в ионосфере над супергрозой в Европе 4-5 октября 2018 г.

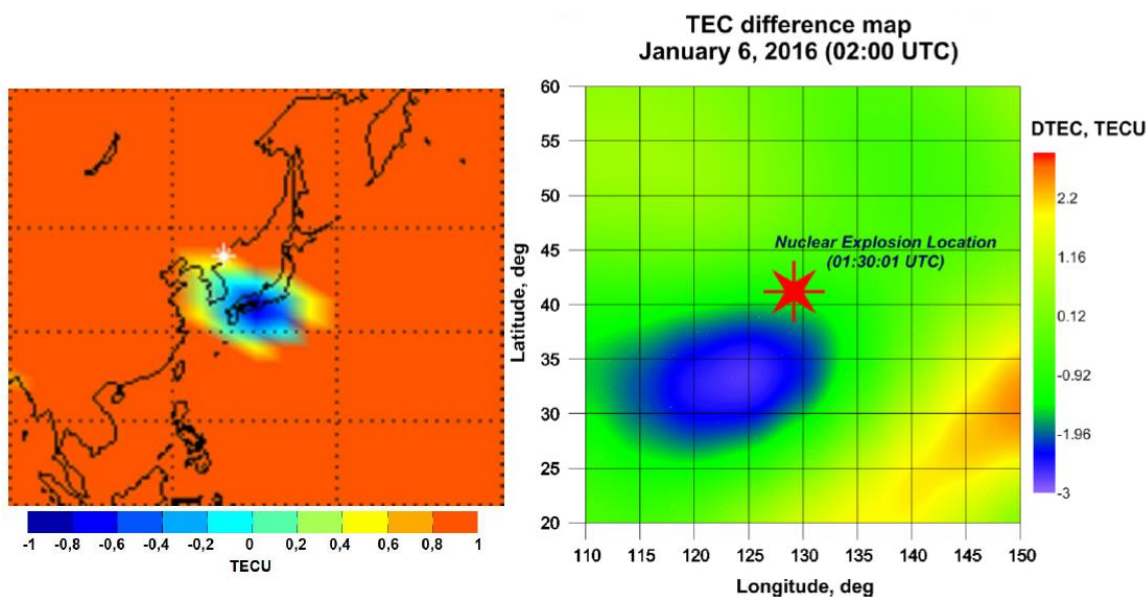


Рисунок 1.8.4 - Левая панель – аномалия в ионосфере после испытания ядерного оружия в Северной Корее 12 февраля 2013 г., правая панель - аномалия в ионосфере после испытания ядерного оружия в Северной Корее 6 января 2016 г.

Работа проводилась в тесной кооперации с международной группой ученых. В совместной публикации были представлены данные не только GPS, но и другие виды аномалий, регистрируемых с помощью технологий дистанционного зондирования. По результатам этих исследований была опубликована статья: *Valerio Tramutoli, Francesco Marchese, Alfredo Falconieri, Carolina Filizzola, Nicola Genzano, Katsumi Hattori, Mariano Lisi, Jann-Yenq Liu, Dimitar Ouzounov, Michel Parrot, Nicola Pergola, Sergey Pulinets, Tropospheric and Ionospheric Anomalies Induced by Volcanic and Saharan Dust Events as Part of Geosphere Interaction Phenomena, Geosciences, 9 (4), 177, 2019, DOI: 10.3390/geosciences9040177*. И сделано 2 доклада на международной и национальной конференциях.

2. Развитие технологий многопараметрического мониторинга краткосрочных предвестников землетрясений в различных геосферах (геохимические аномалии, метеорологические аномалии, тепловые аномалии во всей толще атмосферы, ионосферные аномалии)

Особое внимание в этой части исследований уделялось синергетическим связям между различными предвестниками землетрясений в атмосфере и ионосфере. Последние наработки были обобщены в монографии: *Sergey Pulinets and Dimitar Ouzounov, The possibility of earthquake forecasting. Learning from Nature, IOP Publishing, Bristol, December 2018, 167 p., DOI 10.1088/978-0-7503-1248-6*

Разработанные технологии тестировались на последних крупных сейсмических событиях, в частности, землетрясении с магнитудой 7.1. 4-6 июля 2019 г. вблизи города Риджкрест в Калифорнии, США. Впервые в ходе комплексного анализа использовались данные нового китайского сейсмо-электромагнитного спутника CSES, и эти результаты были доложены на международной конференции *The 1st International Symposium on Geo-Hazards Perception, Cognition And Prediction u The 4th International Workshop of China Seismo-Electromagnetic Satellite Mission* 17-20 октября 2019, Чаньшя, Кунтай.

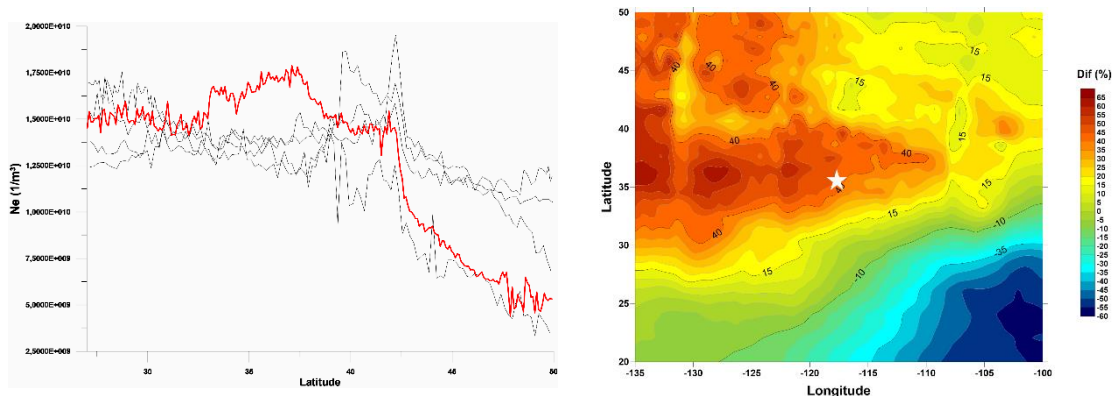


Рисунок 1.8.5 - Слева – аномалия электронной концентрации по данным зонда Лэнгмюра на китайском спутнике CSES при пролете над областью подготовки землетрясения Риджкрест, справа – карта распределения электронной концентрации над областью подготовки землетрясения Риджкрест за 5 суток до землетрясения

Был также сделан доклад на конференции в Китае:

D. Ouzounov, X. Shen, S. Pulinets, J.Y. Liu, K. Hattori, A. Rozhnoi, M. Solovieva, V.Fedun, Multi-parameter detection of pre-earthquake signals in atmosphere-ionosphere associated with M6.4 and M7.1 Ridgecrest, California (USA) earthquakes of July 2019.

И доклад на 27 Генеральной Ассамблее Международного Союза Геодезии и Геофизики (IUGG) в Монреале, Канада 8-18 июля 2019 г. *Dimitar Ouzounov, Sergey Pulinets, Tiger Liu Katsumi Hattori, Patrick Taylor, Assessment the Synergetic Potential of Pre-earthquake Atmospheric and Ionospheric Signals for Short-term Prediction.*

На рисунке 1.8.6. показаны данные для трех типов предвестников, регистрируемых одновременно: уходящее длинноволновое инфракрасное излучение (OLR), аномалия химического потенциала атмосферы (АСР) и вариации полного электронного содержания в ионосфере GPS TEC для трех недавних сильных землетрясений в Калифорнии (левая колонка), на Тайване (средняя колонка) и в Японии – правая колонка).

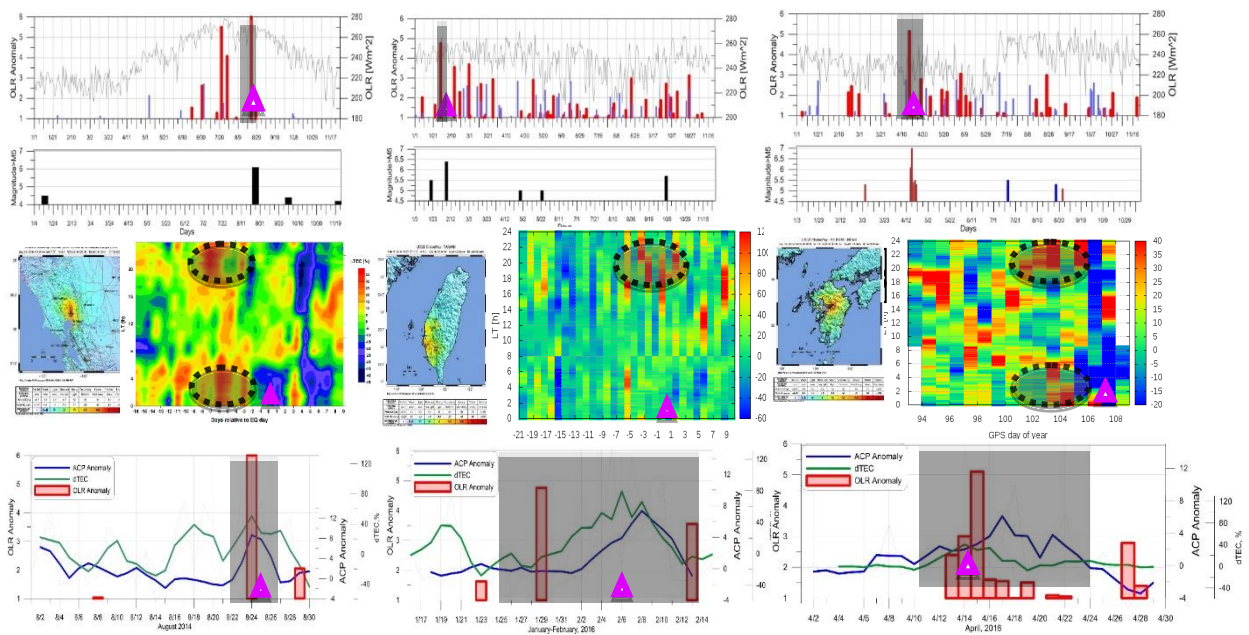


Рисунок 1.8.6 - Левая колонка многопараметрический анализ предвестников землетрясений M6 South Napa, M6 SE of Yujing, Taiwan, and M7 earthquake in Kumamoto, Japan

3. Развитие физической модели литосферно-атмосферно-ионосферных связей, учет роли Глобальной электрической цепи во взаимодействии геосфер

В рамках данного раздела проводились исследования роли Глобальной электрической цепи в генерации ионосферных предвестников землетрясений. Был сделан доклад на 27 Генеральной Ассамблее Международного Союза Геодезии и Геофизики (IUGG) в Монреале, Канада 8-18 июля 2019 г. *S. Pulinets, D. Davidenko, The role of the Global Electric Circuit in emerging of large-scale anomalies in the ionosphere by mesoscale atmosphere formations.*

Опубликованы две статьи:

Pulinets S.A., V.V. Hegai, A.D. Legenka, and L.P. Korsunova, Effects in the Ionosphere After the Chilean Earthquake on 27.02.2010, According to Data of Ground-based Ionosondes, Geomagnetism and Aeronomy, 59 (5), 671-680, 2019, DOI: 10.1134/S0016793219050104

Пулинец С.А., В.В. Хегай, А.Д. Легенька, Л.П. Корсунова, Эффекты в ионосфере после Чилийского землетрясения 27.02.2010 г. по данным наземных ионозондов, Геомагнетизм и аэрономия, 59(5), 671-680, 2019

Раздел 2 Интеллект. Телекоммуникационные технологии

2.1 Информационная поддержка научно-организационной деятельности ИКИ в сети Интернет

Обеспечивалось функционирование и развитие аппаратной, программной и информационной частей серверов телематических служб института, включая почтовый сервер, Web-сервер, серверов службы доменных имен (DNS), FTP-сервер, облачное хранилище файлов на базе ПО Seafile.

Проводилась разработка и оперативное обновление информации на веб-сайте института, а также были разработаны следующие новые сайты:

- 1) Дни космической науки — 2019, включая Web-сервер Первой всероссийской конференции по космическому образованию «Дорога в космос».
- 2) Десятый московский международный симпозиум по исследованиям Солнечной системы (10MS3).
- 3) Девятая международная конференция "Физика пылевой плазмы ICPDP 2020"
- 4) Пятнадцатая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе".
- 5) XVII Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования".

Следует отметить, что сайты 1, 3 и 5 были разработаны с применением новой технологической платформы, обеспечивающей оптимизацию интерфейса пользователя сайта на различных устройствах, включая мобильные.

Проводилась дальнейшая разработка нового сайта ИКИ РАН на базе современных веб-технологий и тенденций веб-дизайна.

2.2 Поддержание и развитие архива научных космических данных на базе распределено-реплицируемой сетевой файловой системы GlusterFS

Поддержание и развитие архива научных космических данных на базе распределено-реплицируемой сетевой файловой системы GlusterFS.

Производилась эксплуатация и обновление программно-аппаратного узла файлового архива с общим объемом резервированного хранения 12 Терабайт. Выполнялось регулярное пополнение архива новыми обработанными данными проекта «Плазма-Ф».

2.3 Экспериментальный консолидированный высокопроизводительный вычислительный сегмент в центре обработки данных ИКИ РАН

В течение 2019 года производились штатная эксплуатация и дальнейшее развитие мульти-проектного программно-аппаратного комплекса (ПАК) SCARP для хранения и обработки научных данных включающие:

1. Комплексную обработку данных спутникового архива Suomi NPP (200ТБ) с использованием встроенных механизмов управления виртуальными резервными копиями хранилища. Разработанный ранее адаптивный алгоритм управления «снимками» хранилища позволил выполнить эту операцию «по месту» с минимальным риском потери данных и без использования дополнительного хранилища. В результате объем хранимых данных в архиве был уменьшен в два раза с одновременным увеличением до двух лет глубины хранения для выполнения последующего тематического анализа.

2. Реализацию прототипа отдельной отказоустойчивой кластерной вычислительной системы для корпоративных сервисов Института с использованием технологий, отработанных в рамках ПАК SCARP. В настоящее время на базе данного кластера реализована опытная эксплуатация системы электронного документооборота Института, штатное развертывание которой планируется в течение 2020 года.

3. Дальнейшую разработку и сопровождение программного пакета UDTGATE (<https://sourceforge.net/projects/udtgate/>), используемого для высокопроизводительного обмена данными между ЦОД ИКИ РАН и вычислительным узлом ИКИ РАН во Франкфурте-на-Майне, а также интеграцию данного сервиса в систему сетевого мониторинга ИКИ РАН.

2.4 Наземные научные комплексы (ННК). Разработка концептуальных, технологических и методологических подходов повышения научной отдачи научных космических экспериментов за счет организации эффективной наземной информационной поддержки, а также их экспериментальная отработка

К одной из ключевых проблем проведения космического эксперимента следует отнести отсутствие единого инструмента, позволяющего проводить комплексную оценку разнородных измеряемых параметров. Одним из возможных вариантов решения данной проблемы является использование подходов и средств аналогичных систем, применяемых в других областях исследований, например, ГИС (геоинформационных систем), распределенных баз данных, средств организации коллективной работы и подобных им.

Данная концепция в настоящее время используется при создании наземных научных комплексов таких космических проектов как «Спектр-РГ», «ЭкзоМарс» и др.

В частности, учитывая схожесть орбиты и выполняемых измерений аппарата TGO проекта «ЭкзоМарс» на низкой круговой орбите Марса с орбитами и измерениями, проводимыми низкоорбитальными ИСЗ была выдвинута концепция адаптации используемых нами для низкоорбитальных ИСЗ интерфейсов и средств на баз ГИС к обработке измерений, выполняемых TGO.

В рамках развития российского сегмента наземного научного комплекса (ННК) проекта «ЭкзоМарс» был разработан основанный на принципах ГИС интерфейс архива научных данных проекта на базе уже используемого для данных низкоорбитальных ИСЗ. Этот подход также позволил воспользоваться преимуществами сравнения на одной карте данных TGO с данными из архивов измерений, полученными другими проектами исследования Марса, например такими, как «Марс Экспресс».

Результаты этих работ были доложены на Седьмом европейском семинаре по архитектуре наземных систем (ESAW 2019). Доклады на эту тему заявлены на ряд отечественных и международных конференций, запланированных на 2020 год.

Работы по дальнейшему развитию данной концепции, а также разработка новых концептуальных подходов и проектных обликов информационных систем обеспечения космического эксперимента планируется на следующих этапах.

Результаты были доложены: Oleg Batanov, Vladimir Nazarov, Mikhail Bourtsev, Evgeny Lupyan. «GIS tools for ExoMars archive: from LEO to Mars investigation», 7th European Ground System Architecture Workshop (#ESAW2019); Space Operations Centre in Darmstadt, Germany; 21 and 22 May 2019. <http://www.esa-esaw2019.eu/>
http://www.esa-esaw2019.eu/sites/default/files/responsive_page/AbstractBook_ESAW2019_.pdf

2.5 Разработка алгоритма детектирования рыболовных судов в ночное время во всей акватории мирового океана по данным с панхроматического диапазона DNB мультиспектрального радиометра VIIRS, установленного на американском метеорологическом спутнике Suomi NPP. Алгоритм должен быть устойчив к помехам от лунной засветке облаков, полярного сияния, космических лучей, газовых факелов и электрических огней на морских нефтяных платформах и бликов в телескопе спутника

Проведена калибровка и оценена чувствительность алгоритма детектирования рыболовных судов. Для этого были разработаны световые излучатели на основе метал-галидных ламп и сверхъярких светодиодов. С использованием этих источников был

проведен ряд экспериментов наземного и морского базирования. Чувствительность метода составляет 1 кВт электрической мощности для ненаправленных метал-галидных ламп. По результатам калибровки подготовлена научная статья.

2.6 Разработка алгоритма оценки объемов сжигания попутного газа в 2012-2019 гг. по инфракрасным спектрам от газовых факелов на ночных снимках с мультиспектрального радиометра VIIRS, установленного на американском метеорологическом спутнике Suomi NPP

Получены оценки объемов сжигания попутного нефтяного газа и числа газовых факелов по странам за 2018 г. Результаты были доложены на конференции ИКИ РАН в ноябре 2019 г. По результатам доклада были опубликованы тезисы в материалах конференции.

Исследована чувствительность алгоритма Nightfire в зависимости от температуры и размеры субпиксельного источника инфракрасного излучения на ночной поверхности Земли. Доказана возможность детектирования газового факела с температурой горения 1800К (метан) с площадью поверхности ~1 кв. м. Результат опубликован в реферируемом журнале Remote Sensing.

Получены предварительные результаты по калибровке зависимости расход попутного нефтяного газа на факеле / энергия ИК источника на мультиспектральном ночном изображении со спутника. Различие в масштабируемом множителе по сравнению с предыдущей версией калибровки на основе экспертных оценок CEDIGAZ составляет не более 10%. В то же время, доверительный интервал для ошибки предсказания расхода газа по энергии источника на изображении уменьшился на два порядка. Результаты калибровки были представлены на стендовом докладе на съезде Американского геофизического общества в Сан-Франциско 9 декабря 2019 г.

2.7 Разработка алгоритма детектирования вулканических извержений по инфракрасным спектрам от газовых факелов на ночных снимках с мультиспектрального радиометра VIIRS, установленного на американском метеорологическом спутнике Suomi NPP

1. Доработан алгоритм детектирования вулканических извержений по инфракрасным спектрам от газовых факелов на ночных снимках с мультиспектрального радиометра VIIRS, установленного на американском метеорологическом спутниках Suomi NPP и JPSS-1 (NOAA-20). Алгоритм позволяет работу в реальном времени на приемных станциях и был апробирован в Институте вулканологии и сейсмологии ДВО РАН в

Петропавловске-Камчатском. Проводится апробация и калибровка алгоритма на активных вулканах Дальнего Востока.

2. В рамках данного раздела мы предлагаем независимую технологию калибровки данных мониторинга вулканических измерений, позволяющую не только обнаруживать факелы извержений но и заблаговременно оповещать (за 2-5 суток) о готовящемся извержении.

Методика основывается на мониторинге нового параметра – аномалий химического потенциала атмосферы, который позволяет картировать область возмущения на поверхности Земли, связанную с подготовкой извержения вулкана, причем максимум параметра достигается за несколько суток до извержения. В качестве примера на рисунке 2.7.1. приводятся два недавних извержения вулкана Безымянный в январе и марте 2019 г.

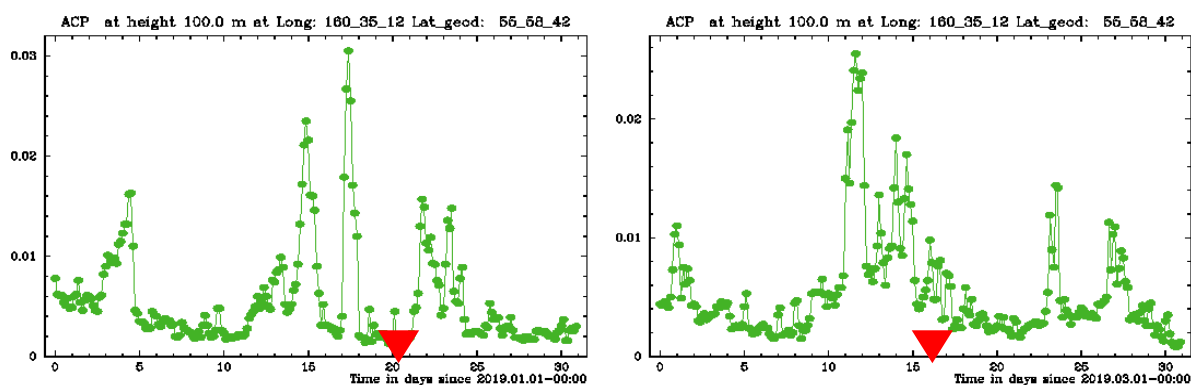


Рисунок. 2.7.1 - Слева – вариации АСР перед извержением вулкана 20 января 2019 г., справа – то же для извержения 16 марта 2019 г. Красными треугольниками отмечены моменты извержения.

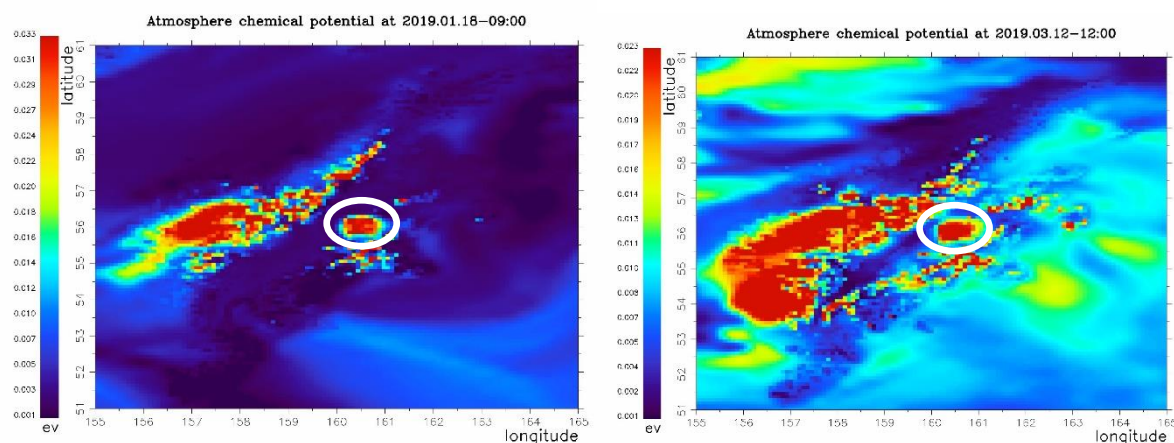


Рисунок 2.7.2 - Пространственное распределение АСР для моментов максимума АСР

Был сделан доклад на конференции *Integrations of satellite and ground-based observations and multi-disciplinarity in research and prediction of different types of hazards in Solar system* Petnica Science Centre, Valjevo, Serbia, 10-13 мая 2019, Сербия: Sergey Pulinet

and Dimitar Ouzounov: Integration of satellite and groundbased observations and multi-disciplinarity in earthquake and volcano eruption forecast based on the LAIC physical model.

2.8 Теоретические исследования, связанные с применением квантовых нейронных сетей для перспективных квантовых бортовых систем искусственного интеллекта

В области квантовых систем искусственного интеллекта проводились следующие исследования:

- численные исследования динамики трехкубитной квантовой системы, взаимодействующей с флуктуирующим окружением;

- теоретически исследовалась возможность пожизненного обучения для квантовых нейронных сетей, взаимодействующих с флуктуирующим окружением. В предположении, что вся система (нейросеть вместе с окружением) удовлетворяет второму закону термодинамики, показано, что пожизненное обучение такой сети невозможно.

2.9 Теоретические исследования, связанные с применением непрерывного вейвлет-преобразования для определения зависимости турбулентной вязкости от масштаба измерения и времени жизни когерентных структур в атмосфере

В области квантовой теории поля и физики высоких энергий проводились следующие исследования:

- аналитические исследования, направленные на построение неабелевых калибровочных теорий, с калибровочной инвариантностью, определяемой отдельно на каждом масштабе с помощью непрерывного вейвлет-преобразования. В данном формализме, для случая квантовой хромодинамики, в однопетлевом приближении, рассмотрена зависимость константы связи от масштаба наблюдения.

По результатам исследований сделано 4 доклада на всероссийских и международных научных конференциях и опубликована работа:

M.V.Altaisky, N.E.Kaputkina, V.A.Krylov. Dynamics of Quantum States in a System of 3 Quantum Dots with Dipole-Dipole Interaction. Physics of Particles and Nuclei Letters 16(2019)911-915 [Рус. Письма в ЭЧАЯ], doi: 10.1134/S1547477119060013 IF:0.360

2.10 Исследование возможностей применения космических данных для улучшения оценок риска для здоровья населения от загрязнения атмосферы. Разработка методики использования космических данных при оценке и управлении риском. Продолжение практических работ по оценке и управлению риском для здоровья

населения в связи с загрязнением атмосферы от действующих и строящихся предприятий, а также от транспортных потоков в городах

Начаты работы по оценке возможностей использования в задачах моделирования загрязнения среды и связанного с ним риска для здоровья населения разнообразных и активно развивающихся в последние годы баз глобальных данных по теплопереносу в атмосфере. Исследуются возможности адаптации этих данных, создаваемых для задач климатологии, к моделированию рассеяния загрязнений в атмосфере, параметры которого зависят от характеристик теплопереноса.

Продолжены практические работы по расчету загрязнения и оценке риска для ряда предприятий с выдачей рекомендаций по управлению риском. Начата крупная работа по оценке изменений риска для здоровья населения Москвы, связанных с загрязнением воздуха автотранспортом, с 2011 по 2018 г.

2.11 Продолжение разработки теоретических и алгоритмических основ применения теории оптимального управления к информационному циклу управления состоянием экологических объектов с использованием аэрокосмических данных, включая оптимизацию средств наблюдений. Тестирование такого цикла на компьютерных имитационных моделях с использованием реальных данных

Продолжено развитие ноосферного подхода к сочетанию природных экосистем и антропогенных индустриальных систем. Подход основан на применении теории оптимального управления к информационным циклам в природных и антропогенных системах. Начата разработка теоретических основ моделирования роли рефлексивных феноменов в информационных потоках, связанных с процессом глобализации и образования ноосферы. Математическая основа - теория рефлексивных игр. Цель – создание концептуальной модели учета рефлексивных феноменов в зарождающейся глобальной системе информационных потоков, связанных с наблюдением и управлением окружающей средой и социально-экономическими процессами.

2.12 Развитие математического обеспечения для первичной и вторичной обработки прибора BMSW, входящего в состав эксперимента «Плазма-Ф».

Проведение систематической обработки и архивации данных

1. Продолжалась работы по разработке новых программ для первичной обработки данных эксперимента BMSW, входящего в состав эксперимента "Плазма-Ф", полученных с помощью штатной телеметрической системы и через ВИРК.

2. Регулярно проводилась систематическая обработка полетных испытаний прибора BMSW. Выполнена обработка данных для 70 сеансов связи.

3. Проводилась работы по разработке новой методики определения уровней фототоков для детекторов прибора BMSW. Разработано новое математическое обеспечение (написаны три программы) для определения текущих уровней фототоков в сеансах по шестисекундным спектрам. Выполнена обработка по новым программам для 4800 сеансов.

4. Создана программа для интерполяции сжатых данных в форматах прибора BMSW. Выполнена обработка данных для 2400 сеансов связи.

5. По результатам работ по пунктам 3 и 4 обработаны данные 4800 сеансов и созданы новые, уточненные версии результатов первичной обработки.

6. Для солнечного датчика СД собраны данные по дням прибора БМСВ. Выполнена обработка для 4800 сеансов.

7. Результаты первичной обработки заносились в систему архивации и распределение данных приборов эксперимента "Плазма-Ф" на КА СПЕКТР-Р.

2.13 Обработка изображений линии горизонта в интересах решения навигационных задач

1. Продолжались работы по оптической навигации летательных аппаратов в атмосфере Земли по форме наблюдаемой линии горизонта (оценка стабильности положения линии горизонта для решения навигационной задачи по угловой высоте звезд, Солнца и Луны над горизонтом). Имеющиеся в настоящее время и перспективные глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), такие как GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, BEIDOU, и т.д. являются крайне уязвимыми для искусственных помех. Система ELORAN, обладающая несравненно большей помехоустойчивостью, пока еще не развернута, будет иметь ограниченное покрытие и, скорее всего, не будет общедоступной.

В настоящее время съемки линии горизонта производятся при помощи трех малогабаритных камер, две из которых имеют на входе поляризационные светофильтры. Опыт эксплуатации камер показал, что при изменении температуры они изменяют свою ориентацию. Это необходимо учитывать для точного определения положения линии горизонта. Текущую ориентацию камеры для каждого снимка можно уточнить по изображению близлежащих объектов. С этой целью была написана программа, в которой использовался метод двумерного преобразования Фурье с определением относительного фазового сдвига низкочастотных компонент пространственного спектра изображений выбранных близлежащих объектов и подбором их поворота.

Указанный метод позволил уменьшить влияние условий освещения на процесс уточнения ориентации камер. В дальнейшем этот метод планируется использовать для обработки данных в космическом эксперименте по наблюдению поверхности Земли с Международной космической станции - проект ФОН.

Для наглядности на рисунке 2.13.1 приведен пример, иллюстрирующий совмещение изображения для разных камер.



Эталонное изображение с камеры №1. На изображении выделены рамками изображения близлежащих объектов, используемых для уточнения ориентации.



Изображение с камеры №3, полученное в другой момент времени при иных условиях освещения.



Изображение с камеры №3, на котором выделены те же самые объекты, что и на изображении с камеры №1, с учетом их сдвига и поворота.



Изображение с камеры № 3, ориентация и сдвиг которого приведены в соответствие с изображением, полученным камерой №1.

Рисунок 2.13.1 - Коррекция изображения с камеры №3 в соответствии с изображением, полученным с камеры №1. Расчетное положение горизонта отмечено фиолетовой линией.

2.14 Интеллектуальные системы управления

Продолжались работы по направлению анализа подходов к созданию перспективных систем управления на основе автономного искусственного интеллекта для мобильных объектов, функционирующих в том числе в условиях конфликта. Рассмотрены возможности самообучения и взаимного обучения таких систем в условиях возможного недружественного рефлексивного управления. Рассмотрены возможности автоматического противодействия такому недружественному управлению. Подготовлена статья: *Grishin V. A. Classical Control Theory and Methods of Artificial Intelligence. Machine self-learning.*

2.15 Разработка методов прецизионной астронавигации в пределах Солнечной системы. Сейфертовская галактика NGC 1275 (3C 84)

Произведена дополнительная обработка архивных данных по источнику 3C84 на 7мм за период 1995 - 2016гг. в полном и поляризованном излучении. Произведена дополнительная обработка архивных данных по источнику 3C84 на 2см за период 1995 - 2016гг. в полном и поляризованном излучении. Осуществлена выгрузка архивных данных на 7мм по источнику 3C 279.

Кроме этого, подготовлены исходные данные и анимированный файл (видео) по данным 3C84 за 1995 - 2016гг на 2см в полном излучении в нескольких вариантах. Подготовлены исходные данные и анимированный файл (видео) по данным 3C84 за 1995 - 2016гг в полном излучении на 7мм.

Осуществлена обработка данных по источнику 1957+405 на 15ГГц, 12ГГц, 8ГГц, построены радиокарты (в полном излучении), проведена работа по их комбинированию в единое изображение для последующего анализа.

Проведены работы по подготовке и анализу радиокарт по источнику Leb A. Выделен ряд структурных компонент, проведено сравнение на нескольких частотах. Обсуждена вероятная физическая модель.

По результатам работ опубликован препринт *Матвеевко Л.И., Сиваконь С.С. «Сейфертовская галактика NGC 1275 - тонкая структура»* и подготовлена статья *Матвеевко Л.И., Сиваконь С.С. «Кинематика сверхтонкой структуры активной области сейфертовской галактика NGC 1275».*

2.16 Разработка методов улучшения сходимости алгоритмов декодирования на базе МПД декодеров при большом уровне шума. Подготовка материалов и работа с издательством по изданию новой монографии по корректирующим кодам на английском языке. Продолжение работы по сопровождению процесса патентования новых методов помехоустойчивого кодирования

1. В процессе работы с издательством "Горячая линия - Телеком" выполнена подготовка к публикации англоязычной книги В.В. Золотарёва «Coding Theory as a Simple Optimal Decoding near Shannon's Bound (Optimization Theory of error-correcting coding - is a new «quantum mechanics» of information theory)» на 333 страницах, которая была оформлена в формате "e-book". Монография находится в свободном доступе по ссылке https://mtdbest.ru/articles/mtd_book_2019.pdf .

2. Продолжено выполнение полного цикла работ по патентованию методов ОТ (Оптимизационной Теории) и МПД (многопороговых декодеров). К настоящему моменту (сентябрь 2019 г.) получено положительное решение на выдачу патента по заявке, поданной декабре 2018 года.

3. По результатам проведённых в 2019 году исследований были получены новые результаты по алгоритмам МПД, развиваемым в рамках ОТ. В публикациях В.В. Золотарёва за 2019 год рассмотрены различные способы повышения эффективности алгоритмов МПД, в том числе при использовании каскадных методов. Изданная в 2019 году под научной редакцией академика Н.А. Кузнецова англоязычная монография В.В. Золотарёва "Coding Theory as a Simple Optimal Decoding near Shannon's Bound (Optimization Theory of error-correcting coding - is a new "quantum mechanics" of information theory)" представила для англоязычных специалистов по теории помехоустойчивого кодирования полное решение главной проблемы цифрового мира, сформулированной К. Шенноном: очень простое поддержание произвольно высокой достоверности передачи и хранения цифровых потоков в непосредственной близости к пропускной способности каналов связи. В ней изложены завершающие результаты по теме, представленные ранее в монографии по Оптимизационной Теории кодирования на английском языке, изданной после строгой экспертизы Международным союзом электросвязи (МСЭ/ITU) в юбилейном для МСЭ 2015 году в электронной форме: Zolotarev V.V., Zubarev Y.B., Ovechkin G.V. Optimization Coding Theory and Multithreshold Algorithms. Published in Switzerland by ITU, March 2016, 158 p. URL <http://www.itu.int/pub/S-GEN-OCTMA-2015>.

В конце своей вводной статьи научный редактор англоязычной монографии 2019 года академик Н.А. Кузнецов написал: "2018 год является юбилейным для теории

кодирования. 70 лет назад Клод Шеннон выдвинул проблему простого и эффективного декодирования перед наукой и техникой в своей замечательной статье "Математическая теория связи". Отрадно найти её успешное решение в юбилейном году в монографии российского учёного." Таким образом, в монографии автора отчёта текущего 2019 года полностью решена важнейшая прикладная задача теории помехоустойчивого кодирования, сформулированная 70 лет назад К. Шенноном. Российская научная школа стала абсолютным лидером в разработке цифровых методов передачи и хранения цифровых данных для нашей информационной цифровой цивилизации. Проблема помехоустойчивого кодирования, т.е. поддержания высокой достоверности цифрового контента при передаче и хранении информации нашей российской научной школой ОТ полностью решена! Зарубежные работы в этой области с какими-либо подобными же или другими методами даже не начинались. Все другие научные группы, поскольку они не имеют необходимого программного обеспечения для развития теории и технологий кодирования, отстали ориентировочно на 15-30 лет, т.к. создание всего того программного обеспечения, которое 50 лет развивалось в тесном единстве с теорией ОТ, также потребует длительной и напряженной работы в течение многих лет. Результаты ИКИ РАН уникальны!

За 2019 год большие двуязычные сетевые порталы ИКИ РАН, www.mtdbest.iki.rssi.ru и РГРТУ www.mtdbest.ru по теории кодирования, содержащие более 400 информационно-справочных и научно-методических блоков данных в каждом, развитием которых также руководит автор отчёта, посетили свыше 92 тыс. специалистов из более 80 стран мира, что подтверждает исключительно высокую оценку мировым научным сообществом тематики нового направления в кодировании на базе Оптимизационной Теории (ОТ) и новых парадигм помехоустойчивого кодирования, развиваемых автором отчёта и его научной школой.

2.17 Исследование связи вариаций галактических космических лучей с интенсивностью тропических ураганов и тайфунов

Продолжались исследования зависимости частоты формирования и интенсивности ураганов от наличия Форбуш-понижений. В частности, установлено, что в серии трех ураганов, одновременно проходивших по Атлантическому океану, по крайней мере 2 из них увеличили свою интенсивность после Форбуш-понижения потока галактических космических лучей. Для сентябрьского Форбуш-понижения 2017 года получена зависимость интенсивности ураганов от интенсивности космических лучей. Из рисунка 2.16.1 видно, что интенсивность возрастала по мере уменьшения потока ГКЛ.

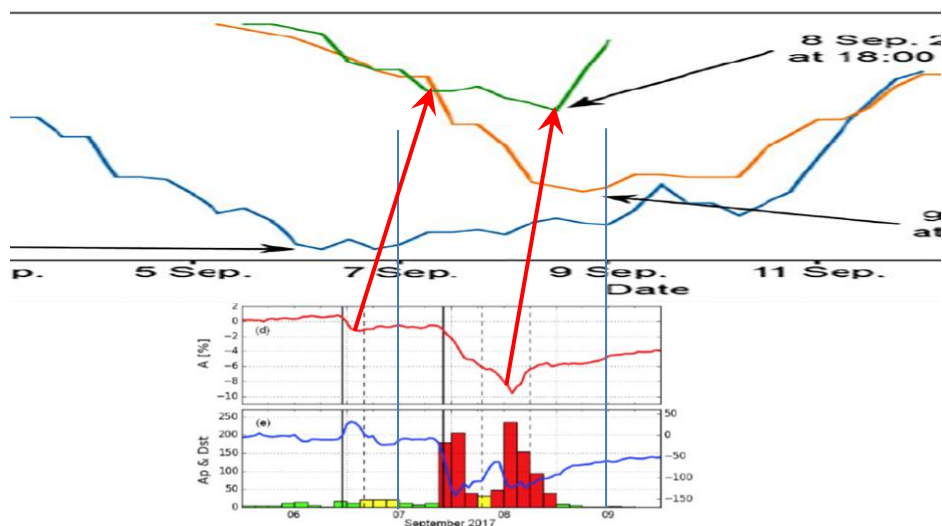


Рисунок 2.16.1 - Верхняя панель – давление внутри ураганов, нижняя панель, красная линия – кривая потока ГКЛ.

Результаты были доложены:

1. С.А. Пулинец, *Изучение причинно-следственных отношений путём статистического анализа связи уменьшения интенсивности потоков галактических космических лучей (Форбуш-эффект) с развитием ураганов в Атлантическом океане и тайфунов в Тихом океане в 2016-2017 гг., семинар с Тарусе «Методы искусственного интеллекта в космических исследованиях» 19-21 февраля 2019 г.*

2. *Sergey Pulinet: The role of Galactic Cosmic Rays in dynamics of hurricanes and typhoons and Global change, Доклад на конференции «Integrations of satellite and ground-based observations and multi-disciplinarity in research and prediction of different types of hazards in Solar system», Petnica Science Centre, Valjevo, Serbia, 10-13 мая 2019, Сербия*

2.18 Калибровка цифровых фотокамер без использования метрических данных о тест-объекте

Рассмотрен и экспериментально апробирован способ определения постоянных параметров съёмочной камеры (калибровки) с использованием снимков окружающего ландшафта без необходимости использования координат опорных точек. Достаточно выполнить серию снимков с перекрытием камерой, находящейся в движении. Расстояния между точками фотографирования (базисы) знать необязательно. Единственное требование – ввод размера (ширины) сенсора камеры.

Способ основан на применении библиотеки libmv, также известной как библиотеки для реконструкции Multiview (или LMV), являющаяся основой программного обеспечения компьютерного зрения для отслеживания движений объектов по их снимкам в системе для 3-мерного моделирования и анимации Blender. Программа Blender распространяется бесплатно и предоставляет пользовательский интерфейс, позволяющий загружать как отдельные снимки, так и видеопоследовательности, и автоматически измерять соответственные точки объектов на всех снимках. При обработке осуществляется контроль отслеживания каждой точки. Также имеется возможность выбора параметров камеры, подлежащих калибровке: фокусного расстояния, координат главной точки, параметров дисторсии объектива.

Раздел 3 КОСМОС

3.1 Модернизация и развитие научной космической сети «КОСМОС»

За отчетный период были проведены работы по развитию конвергентной сети Института как базовой части научной космической сети «КОСМОС». В частности, в общую сетевую инфраструктуру был интегрирован новый беспроводной распределенный сегмент на базе технологии Wi-Fi IEEE 802.11ac. В ходе выполнения работ было проведено радиочастотное обследование во всех строениях Института, проведены оценки предполагаемого количества подключенных абонентов, что позволило определить необходимое количество точек доступа и оптимальные места их расположения. В результате удалось реализовать качественное беспроводное покрытие с акцентом на места публичного проведения мероприятий. Сюда в первую очередь относятся: конференц-зал, центр отображения, выставка, комнаты для проведения семинаров. Технология бесшовного роуминга, а также гибкая централизованная система авторизации пользователей (удовлетворяющая требованиям обязательной идентификации пользователей в Wi-Fi сетях, постановления Правительства РФ №758 и №801) сделали возможным работу в рамках режима «единой подписки» (Single-Sign-On). Для реализации проекта было выбрано оборудование Ubiquity Networks (UBNT), которое способно работать в двух диапазонах с суммарной пропускной способностью до 1750Мбит/с. Встроенные функции глубокого пакетного анализа (DPI) открывают возможности для последующей эффективной реализации контроля использования сетевых ресурсов. На данный момент беспроводной сегмент включает 20 точек беспроводного доступа в главном здании ИКИ РАН, а также средства централизованного управления на базе маршрутизатора UniFi Security Gateway Pro и контроллера UniFi Cloud Key gen 2 Plus.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном отчете использованы результаты исследований, проведенных в 2019 г. по теме «Управление: Исследования в области динамики сложных механических систем, проектирования орбит и построения математических моделей планирования космических экспериментов». По результатам этих исследований сотрудниками ИКИ РАН в 2019 г. было опубликовано 107 научных публикаций. Из них опубликовано:

- статьи в зарубежных изданиях - 10
- статьи в отечественных научных рецензируемых журналах - 24
- монография - 2
- статьи в сборниках материалов конференций - 23
- доклады, тезисы, циркуляры - 41
- препринты - 4
- патент - 1
- статьи в научно-популярных изданиях - 2
- публикации, подготовленные в соавторстве с зарубежными учёными – 12

Наиболее важные результаты, полученные по теме «Управление»:

2019 год ознаменовался долгожданным событием – началом работы космической лаборатории «СПЕКТР – РЕНТГЕН – ГАММА». Два уникальных рентгеновских телескопов ART-XC(Россия) и eROSITA (Германия), установленные на космической платформе «Навигатор», благополучно вышли в солнечно-земную точку либрации L2 и приступили к работе. Полёт к точке либрации осуществлён впервые в истории советской и российской космонавтики.

В основе баллистического проектирования проекта лежат результаты работ по исследованию движения космических аппаратов в окрестности коллинеарных точек либрации, в том числе околоземных, проведённых и проводимых Эйсмонтом Н.А. и его группой. Эти результаты заключаются в разработке сценариев запуска аппаратов в окрестность точек либрации и методов управления их движением в условиях имеющихся технических ограничений и возможностей систем управления аппаратами, которые позволили запустить космическую лабораторию Спектр-Рентген-Гамма к солнечно-земной точке либрации L2, обеспечив при этом выполнение требований эксперимента в оптимальных условиях. В частности, был внедрён на уровне практической реализации метод управления аппаратом, снижающий почти на порядок расход топлива для удержания аппарата на рабочей орбите по сравнению со стандартным подходом. Тем самым было практически снято ограничение по времени эксплуатации аппарата,

диктуемое запасом рабочего тела на борту. В состав полученных результатов входит и предложенная оптимальная комбинация маневров управления движением центра масс и ориентацией аппарата, когда стандартно вносимые возмущения параметров орбиты в силу работы системы ориентации используются как полезные для удержания аппарата на орбите импульсы скорости. Это предложение также введено в состав применяемых на борту методов управления. Подчеркнем, что указанные результаты были внедрены в практику управления в условиях тесной и плодотворной кооперации с НПО Лавочкина. Следует отметить, что в рамках тех же работ и с применением сходных методик были получены результаты, подтверждающие возможность выведения аппарата на траектории в окрестности коллинеарных точек либрации Венеры в составе группы аппаратов для исследования Венеры.

Большое значение в реализации проекта имеет его информационное обеспечение, осуществляемое с помощью информационно-телекоммуникационной системы (ИТС), разработанной и эксплуатируемой специалистами информационно-компьютерных отделов ИКИ РАН. В достаточно непростых условиях работы наземной инфраструктуры, указанная ИТС обеспечивает устойчивую работу по сбору, обработке и распределению данных рентгеновских наблюдений. Весь процесс разработки и эксплуатации ИТС осуществляется в тесном контакте со специалистами НПО им. Лавочкина, ОКБ МЭИ и других наземных служб. В сентябре вместе со специалистами Европейского космического агентства (ЕКА) был проведён эксперимент, доказывающий возможность приёма информации с космического аппарата международными станциями приёма информации. В настоящее время идёт проработка возможности использования наземных станций приёма ЕКА в качестве страховочных элементов наземной инфраструктуры.

В заключение отметим, что работы по теме «Управление» проводились в соответствии с утвержденным планом и полностью выполнены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Публикации по теме УПРАВЛЕНИЕ

Статьи в зарубежных изданиях

1. Irina D. Kovalenko, Natan A. Eismont. Orbit Design for The Spectrum-Roentgen-Gamma Mission. ACTA ASTRONAUTICA, 160, 56-61, 2019, DOI: 10.1016/j.actaastro.2019.04.006. (IF=2,482, Q1)
2. Irina D. Kovalenko, Natan A. Eismont, Sanjay S. Limaye, Ludmila V. Zasova, Dmitry A. Gorinov, Alexander V. Simonov. “Micro-spacecraft in Sun-Venus Lagrange point orbit for the Venera-D mission”, Advances in Space Research, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.10.027>. (IF=1.746, Q2)
3. Limaye, S. S., Kovalenko, I.D. Monitoring Venus and communications relay from Lagrange Points // Planetary and Space Science, 2019, pp. 104710. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2019.104710> (IF=1.746, Q2)
4. Unni Vishnu P., Gopalakrishnan E. A., Syamkumar K. S., Sujith P. I., Surovyatkina, Elena, Kurths, Juergen. Interplay between random fluctuations and rate dependent phenomena at slow passage to limit-cycle oscillations in a bistable thermoacoustic system. CHAOS, Том: 29 Выпуск: 3, Номер статьи: 031102, DOI: 10.1063/1.5088943, MAR 2019 (IF=2,643, Q1)
5. Elvidge Christopher D., Zhizhin, Mikhail, Baugh Kimberly, Hsu Feng Chi, Ghosh, Tilottama. Extending Nighttime Combustion Source Detection Limits with Short Wavelength VIIRS Data. REMOTE SENSING, Том: 11, Выпуск: 4, Номер статьи: 395, DOI: 10.3390/rs11040395, FEB 2 2019 (IF=4,118, Q1)
6. Hsu Feng-Chi, Elvidge Christopher D., Baugh Kimberly, Zhizhin Mikhail, Ghosh Tilottama, Kroodsma David, Susanto Adi, Budy Wiryawan, Riyanto Mochammad, Nurzaha Ridwan. Cross-Matching VIIRS Boat Detections with Vessel Monitoring System Tracks in Indonesia. REMOTE SENSING, Том: 11 Выпуск: 9, Номер статьи: 995, DOI: 10.3390/rs11090995, MAY 1 2019 (IF=4,118, Q1)
7. Tramutoli Valerio, Marchese Francesco, Falconieri Alfredo, Filizzola Carolina, Genzano Nicola, Hattori Katsumi, Lisi Mariano, Liu Jann-Yenq, Ouzounov Dimitar, Parrot Michel, Pulinets Sergey. Tropospheric and Ionospheric Anomalies Induced by Volcanic and Saharan Dust Events as Part of Geosphere Interaction Phenomena, Geosciences, 9, 4, 177, 2019, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, (SJR=0,392, Q2)

8. Krishna Manoj, Samadhan A. Pawar, Suraj Dange, Sirshendu Mondal, R. I. Sujith, Elena Surovyatkina, and Jürgen Kurths, Synchronization route to weak chimera in four candle-flame oscillators. *Physical Review E*, 2019, Accepted for publication 26 November 2019: Acceptance LE17682E (**IF=2,353, Q1**)
9. O. S. Safina, A. V. Voronov, A. R. Safin, M. F. Bulatov, D. V. Churikov, E. D. Surovyatkina. Normal Mode Spectra of Hierarchical Ensembles of Interconnected Oscillators, *Technical Physics Letters* September 2019, Volume 45, Issue 9, pp 874–877, <https://link.springer.com/article/10.1134/S1063785019090104> (**IF=0.773, Q2**)
10. Agnessa Kovaleva, Autoresonance in weakly dissipative Klein-Gordon chains, *Physica D* (2019), 132284, <https://doi.org/10.1016/j.physd.2019.132284> (**IF=1.81, Q2**)

Статьи в отечественных научных рецензируемых журналах

11. M.V. Altaisky, N.E. Kaputkina, V.A. Krylov. Dynamics of Quantum States in a System of 3 Quantum Dots with Dipole-Dipole Interaction. *Physics of Particles and Nuclei Letters*, 2019, Vol. 16, No. 6, pp. 911–915 [Рус. Письма в ЭЧАЯ], doi: 10.1134/S1547477119060013 (**SJR=0.250, Q3**)
12. Eismont N.A., Zasova, L.V., Gorinov, D.A., A.V. Simonov, Kovalenko I.D., Abbakumov, A.S., Bober S.A. Venera-D Mission Scenario and Trajectory. *Solar System Research*, 2019, vol. 53, no. 7, pp. 92-99 (**IF= 0.864, Q3**)
13. Zasova, L.V., Gorinov, D.A., Eismont, N.A., Kovalenko, I.D., Abbakumov, A.S., Bober S.A. Venera-D: A Design of an Automatic Space Station for Venus Exploration. *Solar System Research*, 2019, vol. 53, no. 7, pp. 20-24 (**IF= 0.864, Q3**)
14. Nazirov R.R., Eismont, N. A., Aref'yev V. A., Korotkov F. V., Pogodin A. V., Mikhailov E. A., Mzhelsky P. V., Tregubov A. I., Ditrikh, A. V. Mission Design Problems for the Spectrum-Roentgen-Gamma Project, *COSMIC RESEARCH*, Том: 57, Выпуск: 1 Стр.: 61-67, DOI: 10.1134/S0010952519010076, JAN 2019 (**IF=0,864, Q4**)
15. Davidenko Dmitry, Pulinets Sergey. Deterministic Variability of the Ionosphere on the Eve of Strong ($M \geq 6$) Earthquakes in the Regions of Greece and Italy According to Long-Term Measurements Data, *Geomagnetism and Aeronomy*, 59, 4, 493-508, 2019, DOI:10.1134/S001679321904008X (**IF=0,669, Q4**)
16. Pulinets, S. A., Hegai, V. V., Legenka, A. D., Korsunova, L. P. Effects in the Ionosphere after the Chilean Earthquake on February 27, 2010, According to Data of Ground-based Ionosondes. *Geomagnetism and Aeronomy*, Volume 59, Issue 5, pp.628-637, September 2019, DOI: 10.1134/S0016793219050104 (**IF=0,669, Q4**)

17. Titova M.A., Zakharov V.I., Pulinets S.A., Detection of ionospheric disturbances over the region of Haiti Island for period of January 1-15, 2010, according to GPS data in a quiet geomagnetic conditions, *Geomagnetism and Aeronomy*, Volume 59, Issue 5, в печати, 2019 (**IF=0,669, Q4**)
18. Балтер Б.М., Егоров В.В., Котцов В.А. Фаминская М.А. Распознавание категорий наземных объектов на основе корреляционных портретов с применением в модели рассеяния атмосферных загрязнений //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.2019. Т. 16, № 2. С. 29-41. (**SJR=0,28, Q3**).
<https://elibrary.ru/item.asp?id=37790917>
19. Vinogradov, A. N.; Egorov, V. V.; Kalinin, A. P., A.I. Rodionov, I. D.; Rodionov, I. P. Rodionov. Onboard narrow-angle hyperspectrometer operating in the retargeting mode //JOURNAL OF OPTICAL TECHNOLOGY 2019, V. 86. No 2 p. 114-118
DOI: 10.1364/JOT.86.000114. (**IF=0.517, Q4**)
20. A. E. Voloshin, V. V. Egorov, A. P. Kalinin, V. L. Manomenova, A. I. Rodionov, I. D. Rodionov, and E. B. Rudneva. Cluster Temperature Solutions // *Crystallography Reports*, 2019, Vol. 64, No. 2, pp. 363–365. © Pleiades Publishing, Inc., 2019. DOI: 10.1134/S1063774519020330. (**IF= 0.751, Q4**)
21. I. D. Rodionov, A. I. Rodionov, I. P. Rodionov, D. V. Shestakov, V. D. Peskov, V. V. Egorov, A. P. Kalinin, N. A. Matveeva. Passage of UV-C, Visible, and Near-Infrared Radiation through the Atmosphere // *Russian Journal of Physical Chemistry B*, 2019, Vol. 13, No. 4, pp. 667–673. (**IF=0,589, Q4**)
22. Титова М.А., Захаров В.И., Пулинец С.А., Детектирование ионосферных возмущений над регионом острова Гаити в период 01-15 января 2010 г. по данным GPS в спокойных геомагнитных условиях, *Геомагнетизм и аэрномия*, 59(6), в печати, 2019 (**Импакт-фактор РИНЦ: 1,386**)
23. Пулинец С.А., В.В. Хегай, А.Д. Легенька, Л.П. Корсунова, Эффекты в ионосфере после Чилийского землетрясения 27.02.2010 г. по данным наземных ионозондов, *Геомагнетизм и аэрномия*, 59(5), 671-680, 2019 (**Импакт-фактор РИНЦ: 1,386**)
24. О.С. Сафина, А.В. Воронов, А.Р. Сафин, М.Ф. Булатов, Д.В. Чуриков, Е. Д. Суровяткина. Спектры нормальных мод иерархических ансамблей взаимосвязанных осцилляторов. *Письма в ЖТФ*, 2019, том 45, вып. 17, DOI: 10.21883/PJTF.2019.17.48219.17651 (**Импакт-фактор РИНЦ: 0.841**)
25. Ukhanova Elena, Zhizhin, Mikhail, Andreev Alexander, Poyda Alexey A., Plyn Vyacheslav. A LIFETIME PORTRAIT OF TSAR IVAN THE TERRIBLE: THE VISUALIZATION OF A FADED MONUMENT BY NATURAL SCIENCE

- METHODS. DREVNYAYA RUS-VOPROSY MEDIEVISTIKI, Том: 76, Выпуск: 2, Стр.: 13-29, DOI: 10.25986/IRI.2019.76.2.002, 2019, **WOS:000486632600002**
26. И. Д. Родионов, А. И. Родионов, И. П. Родионова, Д. В. Шестаков, В. Д. Песков, В. В. Егоров, А. П. Калинин, Н. А. Матвеева. ПРОХОЖДЕНИЕ УФ-С-, ВИДИМОГО И БЛИЖНЕГО ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЙ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРУ ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, 2019, том 38, № 11, с. 1 - 7. DOI: 10.1134/S0207401X19070136. **(Импакт-фактор РИНЦ= 1,095)**.
27. А.Н.Виноградов, В.В.Егоров, А.П.Калинин, А.И. Родионов, И.Д.Родионов, И.П.Родионова. Бортовой узкоугольный гиперспектрометр, работающий в режиме перенацеливания // Оптический журнал. 2019. Т.86. №2 С. 62-67. DOI:10.17586/1023-5086-2019-86-02-62-67.
28. А.Э. Волошин, В.В. Егоров, А.П. Калинин, В.Л. Маноменова, А.И. Родионов, И.Д. Родионов, Е. Б. Руднева. КЛАСТЕРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫМИ УСТАНОВКАМИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ ИЗ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ РАСТВОРОВ // Кристаллография. 2019. Т. 64. №2. С. 333-336 DOI: 10.1134/S0023476119020334.
29. Федяев К.С., Корянов В.В., Бобер С.А., Зубко В.А., Беляев А.А. Расчет периодов просвечивания венерианской атмосферы радиосигналом между двумя космическими аппаратами в задаче изучения её состава // Инженерный журнал: наука и инновации, 2019, №12. <http://engjournal.ru> , **(Импакт-фактор РИНЦ 2017 0,227)**
30. Зубко В.А., Беляев А.А. Программная реализация специального модуля для решения задачи обеспечения исследования атмосферы Венеры с помощью двух космических аппаратов // Политехнический молодежный журнал МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019, вып.12. <http://ptsj.ru/> DOI журнала: 10.18698/2541-8009
31. Золотарёв В.В., Гринченко Н.Н., Овечкин Г.В. Применение каскадных самоортогональных кодов в каналах связи со стираниями // Радиотехника. 2019. Т. 83, № 5, с. 175–182. **(Импакт-фактор РИНЦ 2017 0,414)** https://elibrary.ru/title_about.asp?id=7978
32. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Омирбаев Е.Д., Сатыбалдина Д.Ж., Ташатов Н.Н. Производительность алгоритмов декодирования свёрточных кодов вблизи границы Шеннона для работы в беспроводных сетях. // "Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серкибаева", №2(84), май, 2019, с.116-121. https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28424

33. Ю.Б. Зубарев, В.В. Золотарёв, Г.В. Овечкин. Новые технологии и парадигмы помехоустойчивого кодирования: - после решения проблемы Шеннона // "Электросвязь", №9, 2019, с.12-21. https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8294
34. Ю.Б. Зубарев, В.В. Золотарёв. О преодолении системного кризиса в теории информации // «Инновационные технологии», №1, 2020 (в печати). https://elibrary.ru/title_about.asp?id=55821

Монографии, учебники

35. Sergey Pulinets and Dimitar Ouzounov, The possibility of earthquake forecasting. Learning from Nature, IOP Publishing, Bristol, December 2018, 167 p., DOI 10.1088/978-0-7503-1248-6 (не входила в отчет за 2018 год)
36. V.V. Zolotarev. Coding Theory as a Simple Optimal Decoding near Shannon's Bound (Optimization Theory of error-correcting coding is a new quantum mechanics of information theory) // М., "GLT", 2018, 333P, e-book, https://mtdbest.ru/articles/mtd_book_2019.pdf (не входила в отчет за 2018 год)

Статьи в сборниках материалов конференций

37. Бобер С.А., Аксенов С.А., Исследование возможностей перелета между орбитами вокруг точек Лагранжа L2 и L1 в системе Солнце-Земля // XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики (Уфа, 19–24 августа, 2019): сборник трудов в 4 томах. Т. 1: Общая и прикладная механика. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2019, стр. 641-643
38. Коваленко И.Д., Эйсмонт Н.А., Зелёный Л.М. Проблема засорения высокоэллиптических орбит и орбит в окрестностях точек Лагранжа. Вариант решения для научных космических аппаратов. Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы. В сборнике трудов «Механика, управление и информатика» Москва, ИКИ РАН, 2019, стр.183-190, УДК 521.1, DOI: 10.21046/spacedebris2019-183-190
39. Natan Eismont, David Dunham, Irina Kovalenko. A METHOD FOR DEFENDING AGAINST LONG-PERIOD COMETS. Planetary Defence Conference 2019. Paper IAA-PDC-19-05-10.
40. Zasova, L., Gregg, T., Burdanov, A., Economou, T., Eismont, N., Gerasimov, M., Gorinov, D., Hall, J., Ignatiev, N., Ivanov, M., et al., 2019. Venera-D: Expanding Our Horizon of Terrestrial Planet Climate and Geology through the Comprehensive

- Exploration of Venus. <https://www.lpi.usra.edu/vexag/reports/Venera-DPhaseIIFinalReport.pdf>.
41. Agnessa Kovaleva. Energy transport and localization in weakly dissipative resonant chains. In: IUTAM Bookseries, 2019, vol. 37. pp. 191-202. Proceedings of the IUTAM Symposium on Exploiting Nonlinear Dynamics for Engineering Systems, Novi Sad, 15 - 19 July, 2018. I. Kovacic, S. Lenci (Eds.). Springer Nature Switzerland AG 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23692-2>
 42. Pulinets Sergey, Danilkin Nikolai, Kotonaeva Nadezhda, Danilov Igor. Complex Sounding of The Ionosphere in The Space Experiment on Board of The International Space Station and Transport Cargo “Progress”, 2019 Russian Open Conference on Radio Wave Propagation (RWP), 1, 191-194, 2019, IEEE, DOI: 10.1109/RWP.2019.8810160
 43. Пулинец С.А.; Данилкин Н.П.; Котонаева Н. Г.; Данилов И.С, Комплексное зондирование ионосферы в рамках космического эксперимента на борту международной космической станции и транспортного грузового корабля “Прогресс”, В сборнике Труды XXVI Всероссийской открытой научной конференции «Распространение радиоволн», место издания Казань, том 1, с. 286-289, 2019
 44. Титова М.А., Захаров В.И., Пулинец С.А., Определение ионосферных возмущений над сейсмическими источниками во время крупных землетрясений 2010 г. радиофизическими методами в условиях спокойного геомагнитного поля, В сборнике Труды XXVI Всероссийской открытой научной конференции «Распространение радиоволн», место издания Казань, том 1, с. 349-353, 2019
 45. Titova M.A., Zakharov V.I., Pulinets S.A., Determination of Ionospheric Disturbances over Seismic Sources During Large Earthquakes of 2010 by Radiophysical Methods under Conditions of Quiet Geomagnetic Field, In 2019 issue Russian Open Conference on Radio Wave Propagation (RWP), IEEE publ., p. 160-162, DOI: 10.1109/RWP.2019.8810168I
 46. Sergey Pulinets and Dimitar Ouzounov: Integration of satellite and groundbased observations and multi-disciplinarity in earthquake and volcano eruption forecast based on the LAIC physical model. Integrations of satellite and ground-based observations and multi-disciplinarity in research and prediction of different types of hazards in Solar system, May 10-13, 2019, Petnica Science Center, Valjevo, Serbia, https://www.researchgate.net/publication/335348802_Integrations_of_satellite_and_ground-based_observations_and_multi-

[disciplinarity in research and prediction of different types of hazards in Solar system BOOK OF ABSTRACTS](#)

47. Konstantinos Kourtidis, Veronika Barta, Jozsef Bor, Evgeny Mareev, Christina Oikonomou, Colin Price and Sergey Pulinets: Work within the COST Action ELECTRONET on the coupling of the atmospheric electric circuit to earthquakes, lightning and the sun-earth environment. Integrations of satellite and ground-based observations and multi-disciplinarity in research and prediction of different types of hazards in Solar system, May 10-13, 2019, Petnica Science Center, Valjevo, Serbia, https://www.researchgate.net/publication/335348802_Integrations_of_satellite_and_ground-based_observations_and_multi-disciplinarity_in_research_and_prediction_of_different_types_of_hazards_in_Solar_system_BOOK_OF_ABSTRACTS
48. Sergey Pulinets: The role of Galactic Cosmic Rays in dynamics of hurricanes and typhoons and Global change. Integrations of satellite and ground-based observations and multi-disciplinarity in research and prediction of different types of hazards in Solar system, May 10-13, 2019, Petnica Science Center, Valjevo, Serbia, https://www.researchgate.net/publication/335348802_Integrations_of_satellite_and_ground-based_observations_and_multi-disciplinarity_in_research_and_prediction_of_different_types_of_hazards_in_Solar_system_BOOK_OF_ABSTRACTS
49. С.А. Пулинец, Изучение причинно-следственных отношений путём статистического анализа связи уменьшения интенсивности потоков галактических космических лучей (Форбуш-эффект) с развитием ураганов в Атлантическом океане и тайфунов в Тихом океане в 2016-2017 гг., семинар с Тарусе «Методы искусственного интеллекта в космических исследованиях» 19-21 февраля 2019 г.
50. S. Pulinets, D. Davidenko, The role of the Global Electric Circuit in emerging of large-scale anomalies in the ionosphere by mesoscale atmosphere formations. Доклад на 27 Генеральной Ассамблее Международного Союза Геодезии и Геофизики (IUGG) в Монреале, Канада 8-18 июля 2019 г.
51. Dimitar Ouzounov, Sergey Pulinets, Tiger Liu, Katsumi Hattori, Patrick Taylor, Assessment the Synergetic Potential of Pre-earthquake Atmospheric and Ionospheric Signals for Short-term Prediction Доклад на 27 Генеральной Ассамблее Международного Союза Геодезии и Геофизики (IUGG) в Монреале, Канада 8-18 июля 2019 г.

52. D. Ouzounov, X. Shen, S. Pulinets, J.Y. Liu, K. Hattori, A. Rozhnoi, M. Solovieva, V. Fedun, Multi-parameter detection of pre-earthquake signals in atmosphere-ionosphere associated with M6.4 and M7.1 Ridgecrest, California (USA) earthquakes of July 2019
53. Sergey Pulinets, Dmitry Davidenko, Maria Titova, GPS technologies as means for natural hazards monitoring, Beacon satellite symposium BSS 2019, Ольштын, Польша, 19-23 августа 2019 г.
54. Victoria Prokhorenko. Orbital Tori in Three-Dimensional Space and Time // Proceedings of the X All-Russian Conference “Fundamental and Applied Problems of Modern Mechanics” (FAPMM 2018). AIP Conf. Proc. 2103, 020012-1–020012-11; <https://doi.org/10.1063/1.5099876> Published by AIP Publishing. 978-0-7354-1835-6/\$30.00.
55. Valery Zolotarev, Natalya Grinchenko, Gennady Ovechkin, Pavel Ovechkin. The Performance of Multithreshold Decoders in Concatenated Schemes Over Erasure Channels // 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing MECO2019 including ECYPS2019. pp. 517–520.
56. V. Zolotarev, G. Ovechkin, D. Satibaldina, N. Tashatov, E. Omirbaev . Performances of the Decoding Algorithms near Shannon Limit. // 2019 2nd International Conference on Informatics, Control and Automation (ICA 2019), С.428-432.
57. Зубарев Ю.Б., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Теория кодирования как оптимизационная проблема декодирования вблизи границы Шеннона // 21 Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение». Пленарный доклад. 2019. Вып. XXI-1, с. 10-16. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39174435>
58. Гринченко Н.Н., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Каскадирование самоортогональных кодов для каналов со стираниями // 21 Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и ее применение». 2019. Вып. XXI-1. с. 67-72. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39174446>
59. Уханова Е.В., М.Н. Жижин, А.В. Андреев, А.А. Пойда Новые результаты в прочтении Хлудовского глаголического палимпсеста XI в. (ГИМ, Хлуд. 117) // Вспомогательные исторические дисциплины в современном научном знании. Материалы XXXI Международной научной конференции. Москва, 12-14 апреля 2019 г. М., 2019. С. 406–408. (Сборник индексируется РИНЦ).

Доклады, тезисы, циркуляры

60. Elena Surovyatkina. Advance in Forecasting Indian Monsoon Onset and Withdrawal: Evidence from Retrospective to Prospective Evaluation. European Geosciences Union General Assembly 2019, Vienna, Austria, 7–12 April 2019, Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-11483-1, 2019, EGU General Assembly 2019. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-11483-1.pdf>
61. Elena Surovyatkina. Forecasting monsoon: insight from Nonlinear dynamics. International Conference on Perspectives in Nonlinear Dynamics (a satellite to STATPHYS 27), July 16-19, 2019, ICTP-SAIIR, São Paulo, Brazil, <https://www.youtube.com/watch?v=tfA95trhP0E&feature=youtu.be>
62. Elena Surovyatkina. Forecasting Indian Summer Monsoon: from Complex Network to Tipping elements approach. International Workshop on Complex Systems and Networks 2019, Berlin, September 23rd - 26th, 2019 <https://www.physics.hu-berlin.de/en/iwcsn/program>
63. Elena Surovyatkina. Tipping elements approach for predicting onset and withdrawal of Indian Summer Monsoon. Invited lecture. Science Circle Lecture: The Consulate General of the Federal Republic of Germany, Bengaluru and the German Centre for Research and Innovation (DWIH) - New Delhi and Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research Bengaluru and International Centre for Theoretical Sciences- ICTS. 24 January 2019, Bengaluru, India. <https://www.dwih-newdelhi.org/files/2019/05/Einvite-final1-24th-jan.pdf>
64. D. Ouzounov and S. Pulinets, Interdisciplinary study of pre-earthquake processes: from theory and testing towards applications. Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-4448, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-4448.pdf>
65. Sergey Pulinets, Nathan Blaunstein, Evgeniu Plohotniuc, and Dimitar Ouzounov, IONOTERRA - the interdisciplinary project to monitor earthquake precursors in Vrancea zone. Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-4448, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-10463.pdf>
66. Dimitar Ouzounov, Sergey Pulinets, Vassilis Karastathis, George Eleftheriou, Lou Lee, Ching-Chou Fu, Katsumi Hattori, Andrew Papillion, Kanaris Tsinganos and Menas Kafatos, The role of radon and other geogases in the Lithosphere-Atmosphere – Ionosphere Coupling associated with pre- earthquake processes. Geophysical Research Abstracts Vol. 21, EGU2019-4448, 2019 EGU General Assembly 2019. <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2019/EGU2019-4459-1.pdf>

67. Аксенов С.А. Исследование особенностей движения космического аппарата на орбитах вокруг точки либрации L1 системы Солнце-Земля. Доклад на семинаре Малые тела Солнечной системы, Институт астрономии РАН, 05 июня 2019.
68. Аксенов С.А., Бобер С.А. Особенности движения в окрестностях коллинеарных точек либрации. Доклад на выездном семинаре ИКИ РАН "Задачи динамики и управления в проекте "Спектр-РГ", Таруса, 27-29 ноября 2019.
69. Михайлов Е.А., Аксенов С.А. Предложения по изменению параметров рабочей орбиты КА "Спектр-РГ". Доклад на выездном семинаре ИКИ РАН "Задачи динамики и управления в проекте "Спектр-РГ", Таруса, 27-29 ноября 2019.
70. М.В.Алтайский, Н.С.Даттани, Н.Е.Капуткина, В.А.Крылов, Ю.Е.Лозовик, Н.Н.Зольникова. Квантовые системы искусственного интеллекта. Доклад на выездном заседании семинара ИКИ РАН по механике, управлению и информатике: "Методы искусственного интеллекта в космических исследованиях" 19-21 февраля, г.Таруса. http://www.cosmos.ru/seminar/2019021921/Slides/20190219_03_Altaisky.pdf
71. M.V.Altaisky, N.S.Dattani, N.E.Kaputkina, V.A.Krylov, Yu. E. Lozovik, N.N.Zolnikova. Quantum Artificial Intelligence and Quantum Neural Networks. Приглашенный доклад на международной конференции "Physics 2019" <https://bmbshyd.wixsite.com/phy19> 6-8 сентября, г.Хайдерабад, Индия.
72. M.V.Altaisky. Wavelet regularization for gauge theories. Секционный доклад на Международной Боголюбовской конференции "Проблемы теоретической и математической физики" <http://theor.jinr.ru/~bog2019/#index>, 9 -13 сентября, Москва-Дубна.
73. Капуткина Н.Е., Алтайский М.В. Квантовые точки, квантовые нейронные сети и системы искусственного интеллекта. Тезисы докладов XVIII Всероссийской школы-конференции "Проблемы физики твердого тела и высоких давлений" <http://school.lpi.ru/>, с.60-61, ФИАН, Москва, 2019, 18– 29 сентября, г.Сочи
74. Пулинец С. А., Давиденко Д. В., Алексеев О. А., Титова М. А., GPS ГЕС технологии как средство мониторинга природных и техногенных катастроф, XVII Всероссийская Открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса», ИКИ, Москва, 11-15 ноября 2019 г. <http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7589>
75. Oleg Batanov, Vladimir Nazarov, Mikhail Bourtsev, Evgeny Lupyan «GIS tools for ExoMars archive: from LEO to Mars investigation», 7th European Ground System Architecture Workshop (#ESAW2019); Space Operations Centre in Darmstadt, Germany; 21 and 22 May 2019. <http://www.esa-esaw2019.eu/>

76. Прохоренко В.И., Арефьев В.А. Ситуационный анализ эволюции орбиты КА проекта ГАММА 400 вариант орбиты G6 типа Интеграл и Прогноз 6 (дата старта 2027год) // Институт космических исследований РАН, 18/09/2019
77. Прохоренко В.И., Арефьев В.А. Ситуационный анализ эволюции орбиты КА проекта ГАММА 400 вариант орбиты G6 типа Интеграл и Прогноз 6 (дата старта 2030 год) // Институт космических исследований РАН, 3/10/2019
78. Маслов И.А., Гришин В.А., Сазонов О.В., Шакун А.В. Применение двумерного преобразования Фурье для уточнения ориентации камер мониторинга морского горизонта. Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса (физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)». Тезисы докладов. 11 - 15 ноября 2019 г., ИКИ РАН, Москва. <http://conf.rse.geosmis.ru/thesisshow.aspx?page=162&thesis=7450>
79. Балтер Б.М., Балтер Д.Б., Егоров В.В., Стальная М.В., Фаминская М.В. Космические данные о теплообмене между поверхностью Земли и атмосферой в моделировании рассеяния индустриального загрязнения воздуха. Тезисы доклада на 17-ой Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва. 11-15 ноября 2019 г. Сайт конференции: <http://conf.rse.geosmis.ru/>
80. Фаминская М.В., Балтер Б.М., Никитина Н.И. Роль управления окружающей средой в возникновении ноосферы/ В сборнике: ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 153-155. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39254704>
81. Балтер Б.М., Фаминская М.В., Никитина Н.И. Эмергетический подход к управлению загрязнением среды/ В сборнике: ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВ. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 149-153. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39254700>
82. Балтер Б.М., Фаминская М.В., Никитина Н.И. Сетевой информационный обмен при управлении окружающей средой/ В сборнике: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС КАК МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 75-77. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39254414>

83. Балтер Б.М., Фаминская М.В., Никитина Н.И. Многослойная структура информационных циклов ноосферы/ В сборнике: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС КАК МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2019. С. 72-75. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39254411>
84. Балтер Б.М., Фаминская М.В., Никитина Н.И. Применение теории управления к ноосферным природно - антропогенным системам: эмергетический подход/ В сборнике: Разработка и применение наукоёмких технологий в интересах модернизации современного общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2019. С. 55-57 <https://elibrary.ru/item.asp?id=39288946>
85. Балтер Б.М., Фаминская М.В., Никитина Н.И. Информационные потоки при управлении окружающей средой: эмергетический и эколого - экономический контекст/ В сборнике: Разработка и применение наукоёмких технологий в интересах модернизации современного общества. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2019. С. 44-47. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39288944>
86. Балтер Б.М., Фаминская М.В., Никитина Н.И. О равновесии производственной и потребительской системы отсчетов применительно к загрязнению окружающей среды: эмергетический подход/ В сборнике: Технические и естественные науки: проблемы, теория, практика. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Е.П. Ткачевой. 2019. С. 27-31. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41058387>
87. Б.М.Балтер, Д.Б.Балтер, В.В.Егоров, В.А.Котцов, М.В.Стальная, М.В.Фаминская. Информационные циклы оптимального управления индустриальным загрязнением воздуха и применение в них космических наблюдений. Доклад. Семинар ИКИ РАН Механика, Управление и Информатика. «Методы искусственного интеллекта в космических исследованиях». 19.02.2019-21.02.2019. <http://www.iki.rssi.ru/seminar/2019021921/index.php>
88. Виноградов А.Н., Егоров В.В., Калинин А.П., Родионов А.И., Родионов И.Д., Родионова И.П. АКТИВНЫЙ МНОГОЧАСТОТНЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СКАНЕР БЛИЖНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА: КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА Научно-техническая конференция «Техническое зрение в системах управления - 2019». Тезисы докладов. Москва, 12-13 марта 2019, С. 19-20. <http://tvcs2019.technicalvision.ru/>

89. Виноградов А.Н., Егоров В.В., Калинин А.П., Родионов А.И., Родионов И.Д., Родионова И.П. Система улучшенного и комбинированного видения с использованием гиперспектрометра, работающего в режиме перенацеливания Научно-техническая конференция «Техническое зрение в системах управления - 2019». Тезисы докладов. Москва 12-13 марта, 2019, С. 21-22. <http://tvcs2019.technicalvision.ru/>
90. Рубцов Н.М., Виноградов А.Н., Егоров В.В., Калинин А.П., Родионов А.И., Трошин К.Я., Цветков Г.И., Черныш В.И. ВОСПЛАМЕНЕНИЕ СМЕСЕЙ ВОДОРОД - УГЛЕВОДОРОД (C1-C6) – ВОЗДУХ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ПАЛЛАДИЯ ПРИ ДАВЛЕНИЯХ 1÷2 АТМXXXI Симпозиум Современная химическая физика, Г. Туапсе, Россия, 16-25 сентября 2019. <http://www.chph.ras.ru/index.php/novosti/269-xxxi-simpozium-sovremennaya-khimicheskaya-fizika>
91. Рубцов Н.М., Виноградов А.Н., Егоров В.В., Калинин А.П., Родионов А.И., Трошин К.Я., Цветков Г.И., Черныш В.И. Изучение горения смесей водород-воздух и водород-метан-воздух над поверхностью металлического палладия при совместном использовании гиперспектрального сенсора и скоростной цветной киносъемки XXXI Симпозиум Современная химическая физика, Г. Туапсе, Россия, 16-25 сентября 2019. <http://www.chph.ras.ru/index.php/novosti/269-xxxi-simpozium-sovremennaya-khimicheskaya-fizika>
92. Зубко В.А., Беляев А.А., Корянов В.В., Федяев К.С., Бобер С.А. Расчет интервалов видимости орбитального модуля для изучения атмосферы Венеры //Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского. Материалы 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Часть 2. Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2019. Стр.30-32. ISBN 978-5-93821-259-6
93. Зубко В.А., Беляев А.А. Расчет периодов видимости между двумя космическими аппаратами. Доклад на выездном семинаре "Задачи динамики и управления в проекте Спектр-РГ", 27-29 ноября 2019, г. Таруса <http://iki.rssi.ru/seminar/2019112729/index.php>
94. Золотарёв В.В. Оптимизационная Теория как базис для создания декодеров, работающих вблизи границы Шеннона // 17 Открытая Всероссийская конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Тезисы докладов, 2019, с.49.
95. Roman Medvedev, Nitin Babu, Elena Surovyatkina. Seasonal variability in Monsoon timing in Central Part of South India. International Workshop on Complex Systems and

Networks 2019, Berlin, September 23rd - 26th, 2019 <https://www.physics.huberlin.de/en/iwcsn/program>

96. Жижин М.Н., Уханова Е.В. Андреев А.В., Пойда А.А. "Новые результаты в прочтении Хлудовского глаголического палимпсеста XI в. (ГИМ, Хлуд. 117)", международная научная конференция "Вспомогательные исторические дисциплины в современном научном знании" (РГГУ – ИВИ РАН).
97. Жижин М.Н., Уханова Е.В. Андреев А.В., Пойда А.А. "Естественнонаучные методы визуализации утраченных фрагментов средневековых изобразительных источников", научной конференция с международным участием «Роль источников визуальной информации в информационном обеспечении исторической науки». 4 апреля 2019 г., Россия, Москва, Институт всеобщей истории (ИВИ) РАН
98. Уханова Е.В., Андреев А.В. "Современные естественнонаучные методы в визуализации утраченных текстов и миниатюр средневековых рукописей", семинар лаборатории лингвосемиотических исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (ВШЭ). 20 мая 2019 г., Россия, Москва.
99. Уханова Е.В., Жижин М.Н., Андреев А.В., Пойда А.А. "Выявление скрытой информации в письменных памятниках разных эпох естественнонаучными методами: спектр проблем, пути решения, полученные результаты и возможные перспективы", международная конференция "Интермузей-2019" (Москва, Манеж, 30 мая 2019 г.).
100. Жижин М.Н., Андреев А.В., Уханова Е.В. «Разработка метода мультиспектральной фотосъемки средневековых рукописей из фондов ГИМ: адаптация космических технологий для визуализации утраченных памятников» международная конференция "Интермузей-2019" (Москва, Манеж, 30 мая 2019 г.).

Препринты

101. Н.М. Рубцов, А.Н. Виноградов, В.В. Егоров, А.П. Калинин, Н.А. Матвеева, А.И. Родионов, И.Д. Родионов, А.Ю. Сазонов, К.Я. Трошин, Г.И. Цветков, В.И. Черныш. Изучение горения смесей водород-воздух и водород-углеводород (С1 – С6) -воздух над поверхностью металлического палладия при совместном использовании гиперспектрального сенсора и скоростной цветной киносъемки Препринт ИПМех им. А.Ю. Ишлинского РАН, 2019. №1181. 48 с. ISBN 978-5-91741-243-6.

102. Н.М. Рубцов, А.Н. Виноградов, В.В. Егоров, А.П. Калинин, Н.А. Матвеева, А.И. Родионов, И. Д. Родионов, И.П. Родионова, А.Ю. Сазонов, Б.С. Сеплярский, К.Я. Трошин, Г.И. Цветков, В.И. Черныш. Особенности горения водорода и метана в кислороде и воздухе в присутствии добавок CF_2Cl_2 . Препринт ИПМех им. А.Ю. Ишлинского РАН, 2019. №1184. 36 с. ISBN 978-5-91741-247-4.
103. Егоров В.В., Калинин А.П., Родионов А.И., Родионов И.Д., Родионова И.П. Бортовая УФ-С система обнаружения, определения координат очагов пожаров и наведения на них носителя огнегасящей жидкости Препринт ИКИ РАН Пр-2191, 2019. 12 с. ISBN 978-5-00015-040-5.
104. А.Н. Виноградов, В.В. Егоров, А.П. Калинин, А.И. Родионов, И.Д. Родионов, И.П. Родионова. Бортовой локатор ближнего инфракрасного диапазона Препринт ИКИ РАН Пр-2192, 2019. 12 с. ISBN 978-5-00015-040-9.

Патенты

105. В.В. Золотарёв. Способ ускоренного декодирования линейного кода. // Патент на изобретение РФ №2699833 от 11.09.2019 г.

Научно-популярные статьи

106. В.В. Золотарёв. Российская теория кодирования // М., "Знание - сила", №7, 2019, с.53-5.
107. В.В. Золотарёв. Российский подарок Клоду Шеннону и всей теории кодирования. // М., 2019, <https://mtdbest.ru/articles/РосR.pdf>.