

Фундаментальные и прикладные научные исследования в области механики, систем управления и информатики

Тема УПРАВЛЕНИЕ Исследования в области динамики сложных механических систем, проектирования орбит и построения математических моделей планирования космических экспериментов
Гос. регистрация № 01.20.03 03442

Научный руководитель д.т.н. Р.Р. Назиров

Раздел 5.1. Математические модели планирования космических экспериментов

Отв. исп. д.ф.-м.н. А. С. Ковалева

1. Разработка методов анализа и управления сложными механическими системами. Исследование возможностей гашения нежелательных колебаний в системах переменной структуры при ударном воздействии.

Исследованы условия возбуждения авторезонанса (устойчивого прохода через резонанс с монотонно возрастающей средней амплитудой колебаний) и его устойчивости в нелинейных осцилляторах. Рассмотрено движение одного возбужденного нелинейного осциллятора, двух слабо связанных осцилляторов и цепочки линейных осцилляторов, связанных с нелинейным возбудителем. Показано, что в случае одного осциллятора авторезонанс может появиться как при медленном изменении частоты возбуждения, так и при изменении собственной частоты осциллятора, но в случае связанных осцилляторов авторезонанс может возникнуть только при медленном изменении параметров нелинейного осциллятора и постоянной резонансной частоте возбуждения. Этот эффект обнаружен впервые. Развитый подход позволил вычислить частоту нелинейного осциллятора, при которой достигается желаемый уровень энергии.

в.н.с., д.ф.-м.н. А. С. Ковалева, agnessa_kovaleva@hotmail.com, орд. 58

2. Проблема астероидно-кометной опасности и использования ресурсов околоземных астероидов.

Разработаны алгоритмы и математические программы выбора астероидов, пригодных для реализации гравитационных маневров у Венеры, Земли и Марса в рамках решения задач астероидно-кометной защиты и исследований Солнечной системы. Проведены массовые расчеты с применением этих алгоритмов и получены оценки затрат характеристической скорости, необходимой для перевода астероидов на траектории гравитационных маневров.

*в.н.с., к.т.н. Эйсмонт Н.А., тел. (495)333-10-78, E-mail: neismont@iki.rssi.ru
м.н.с. Ледков А.А., орд. 58*

3. Разработки по проекту Чибис М2 в части проектирования системы управления ориентацией и навигационной системы спутника, включая решение задач, возникающих при работе наземного комплекса управления.

1. Разработана система автоматизированной навигационной поддержки управления низкоорбитальными спутниками Земли применительно к задачам экспериментов на микроспутнике «Чибис».

2. Исследованы возможности простейших систем ориентации для низкоорбитальных спутников по составу необходимой аппаратуры, достижимой точности и соответствию требованиям по параметрам энергообеспечения и линиям радиосвязи.

*в.н.с., к.т.н. Эйсмонт Н.А., тел. (495)333-10-78, E-mail: neismont@iki.rssi.ru
м.н.с. Ледков А.А. орд. 58*

4. Работы по навигационному обеспечению проекта ЭкзоМарс.

Разработано математическое обеспечение для планирования сценариев работы научной аппаратуры и наземных станций в части навигационной поддержки экспериментов.

*в.н.с., к.т.н. Эйсмонт Н.А., тел. (495)333-10-78, E-mail: neismont@iki.rssi.ru
м.н.с. Ледков А.А. отд. 58*

5. Исследования в области задач управления полетом космических аппаратов в окрестности точек либрации.

Проведены исследования эволюции геометрии квазигало-орбит вокруг точки либрации L2 системы Солнце-Земля с оценками зависимостей эволюции параметров квазигало-орбит от комбинаций амплитуд по осям Y и Z, от точности исполнения корректирующих импульсов. Для обеспечения управляемой эволюции квазигало-орбит был проведен анализ стратегий коррекции параметров, обеспечивающих эту эволюцию.

Аксенов С.А., Бобер С.А., тел. (495)333-24-33

6. Разработка методов оценки возможностей современных и перспективных ракет-носителей.

Проведен анализ сценариев и траекторий миссий к транснептуновым объектам в рамках оценки возможностей современных и перспективных ракет-носителей по достижимым полезным нагрузкам и времени перелета.

*в.н.с., к.т.н. Эйсмонт Н.А., тел. (495)333-10-78, E-mail: neismont@iki.rssi.ru,
м.н.с. Ледков А.А., отд. 58*

7. 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.

Разработаны практические рекомендации, касающиеся выбора начальных орбитальных элементов с учетом времени баллистического существования для высокоапогейных орбит ИСЗ с величиной большой полуоси, принадлежащей диапазону от 100000 км до 190000 км. Эти рекомендации основаны на применении качественных методов теории возмущений, которые позволяют выделить роль и место двух составляющих эволюционного процесса: вековой и долгопериодической, и получены в рамках асимптотики влияния внешних гравитационных возмущений. В вопросе о времени баллистического существования главную роль играет вековая эволюция высоты перигея, имеющая периодический характер. Для предотвращения опасного снижения высоты перигея, связанного с долгопериодической составляющей, предлагается алгоритм выбора начального значения эксцентриситета, исходя из наперед заданного «запаса высоты перигея», определяемого, как разность между начальным значением высоты перигея и соответствующей ему амплитудой долгопериодических колебаний высоты перигея. Результаты опубликованы в виде статей в научных журналах и докладов на научных конференциях.

с.н.с., к.ф.-м.н. В.И. Прохоренко, vprokhorenko@mail.ru, к.ф.-м.н. Федяев К.С., отд. 58

8. Баллистическое обеспечение эксперимента “Плазма–Ф” на борту КА СПЕКТР-Р и ежемесячное обновление прогнозируемой баллистической информации в открытом доступе на сайте ИКИ РАН http://ftp2.plasma-f.cosmos.ru/orbit/campaign/p_pf_flg/camp1.htm.

Кроме ежемесячной поддержки баллистического обеспечения эксперимента, по этому разделу подготовлен фрагмент для совместной публикации многих авторов, посвященной итогам трехлетней работы эксперимента “Плазма–Ф”, в котором отражены, в частности, следующие итоги опыта, связанного с особенностями эволюции высоко апогейной орбиты КА СПЕКТР-Р:

Изучение эволюции орбиты КА СПЕКТР-Р, начальное наклонение которой i_0 к плоскости эклиптики, составляет $\sim 30^\circ$, показывает, что вековая эволюция под влиянием внешних гравитационных возмущений может приводить к пересечению орбиты с поверхностью планеты при наклонениях к плоскости эклиптики отнюдь не близких к 90° .

В то же время, существенный вклад в эволюцию высоты перигея могут вносить долгопериодические составляющие. Однако этот вклад может влиять на время существования орбиты лишь при

небольших начальных значениях наклона i_0 и лишь на этапе запуска спутника на орбиту, или в «критический момент», находящийся вблизи точки минимума вековой составляющей эволюции высоты перигея. В зависимости от фазы, долгопериодические составляющие могут привести спутник к соударению с Землей (или спасти его от соударения). «Сдвиг фазы» долгопериодической составляющей, обусловленной влиянием Луны, можно осуществить при помощи выбора даты старта, а также при помощи превентивной коррекции большой полуоси орбиты, которая (коррекция) «запускает механизм сдвига» спутника вдоль орбиты, приводящий к нужному изменению фазы, что и подтверждается опытом, связанным с коррекцией орбиты КА СПЕКТР-Р.

с.н.с., к.ф.-м.н. В.И. Прохоренко, vprokhorenko@mail.ru, тел. (495)333-50-45

Определение ориентации научных приборов эксперимента Плазма-Ф в солнечно-эклиптической системе.

В рамках проекта Спектр-Р (эксперимент Плазма-Ф) продолжалась работа по определению ориентации научных приборов МЭП и БМСВ в солнечно-эклиптической системе GSE. Знание ориентации приборов используется при анализе их данных. Методика определения ориентации была модифицирована с целью увеличения точности определения ориентации. Результаты, представленные в виде матриц, выполняющих переход из систем КА и БМСВ в систему GSE, размещались на сервере plasma_f.cosmos.ru.

*в.н.с., к.т.н. Эйсмонт Н.А., тел. (495) 333-10-78, E-mail: neismont@iki.rssi.ru
ведущий математик Рязанова Е.Е, E-mail: eryazan@gmail.com, отд.58*

9. Оценка точности определения параметров движения естественных и искусственных небесных тел (астероидов, космических аппаратов). Результат: программное обеспечение для расчета изохронных производных в различных моделях движения, численные результаты расчетов точностных характеристик по заданным начальным условиям для реальных объектов.

Получено решение задачи оценивания точности определения положения малых небесных тел (астероидов) в заданный момент времени (момент максимального сближения с Землей). Точность оценивается по имеющимся траекторным измерениям различных типов на основе информации об ошибках этих измерений и их взаимной коррелированности. Создана программа расчета изохронных производных для модели, учитывающей притяжение третьих тел. Получены численные результаты расчетов для нескольких примеров.

Проведен баллистический анализ проблемы запуска субспутника на заданную высокоапогейную орбиту и его поддержания в окрестности основного спутника в течение длительного времени. Выбор даты и времени старта субспутника проводился с учетом вековой эволюции орбиты основного спутника исходя из известных значений координат точки старта и существующих ограничений на проведение запуска. В результате определена возможная дата запуска субспутника на высокоапогейную орбиту, близкую к орбите КА «Спектр-Р», запущенного в октябре 2011 года. Произведен расчет энергетических затрат по выводу субспутника на расчетную орбиту, анализ периодов нахождения субспутника в окрестности основного спутника, расчет программы коррекции, необходимой для поддержания субспутника на заданной орбите в течение нескольких лет. По результатам работы сделан доклад на XXXVIII Академических чтениях по космонавтике.

к.ф.-м.н. Федяев К.С.

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

Проводилось сравнение различных способов генерации сетки в SolidWorks и Patran. В SolidWork для заданной сложной модели удается получить только сетки из мелких элементов. Patran позволяет создавать совместные и несовместные сетки различного качества. Автоматически система Patran рассчитывает совместную сетку достаточно долго и не обеспечивает сетку требуемого качества. Использовался способ задания сетки на смежных поверхностях в Patran вручную. Рассматривалась также склейка узлов сетки на границе путем перемещения узлов в области концентрации напряжений. Проведены расчеты для различных типов расположения имплантатов, их различной длины, изменения высоты челюсти, смены способов нагружения системы.

Проведено виртуальное моделирование в системах Mimics и SolidWorks трехпозвоночного сегмента позвоночника с использованием модели на основе томографического снимка. Разработана модель контуров поверхности позвоночника. Полученная модель будет в дальнейшем применяться при оценке прочности сегмента позвоночника при оценке влияния изменения минерального состава кости на плотность кости у космонавтов в условиях невесомости и гипокинезии.

Полякова Т.В. , тел. (495)333-24-33

11. Построение орбитальных тросовых систем (ОТС) на трассе Земля - Луна без использования принципа рекуперации.

Разработана принципиальная схема транспортной трассы Земля–Луна. Показано, что для доставки полезного груза с Земли на Луну и обратно достаточно создать группировку из трёх ОТС.

Определены геометрические размеры каждой ОТС - два концевых груза (сосредоточенные массы), соединённые между собой тросом длиной 100 -150 км.

Определены параметры орбиты каждой ОТС: ОТС1 должна находиться на околоземной приполярной круговой орбите с высотой ~ 400 км.; ОТС2 – на приполярной эллиптической орбите, с высотой перигея ~600 км и высотой апогея ~1000 км; ОТС3 должна находиться на окололунной круговой орбите.

Были выполнены расчёты: по перемещению полезного груза по трассе начинается с доставки груза с Земли ракетой-носителем на контакт с концевым блоком ОТС1; перелёт груза с ОТС1 на ОТС2; перелет по трассе Земля-Луна на контакт с ОТС3 около Луны; посадка на поверхность Луны.

Выполнены расчёты по перемещению груза в обратном направлении с поверхности Луны на поверхность Земли.

Показано, что подобная циклическая схема доставки груза между Землёй и Луной может быть вполне реализована и позволит существенно уменьшить энергетические затраты на выполнение подобных операций.

глав.спец. Фролов В.А.

12. Проведение расчетов и анализа при помощи различных САД/САЕ-систем упругих, термических и термоупругих задач, связанных с изменением формы и напряженно-деформированного состояния корпуса, различных узлов и приборов спутника с целью сохранения характеристик приборов в заданных диапазонах. Создание необходимых для расчетов трехмерных САД-моделей узлов и приборов.

Продолжены исследования в области разработки и применения алгоритмов компьютерного моделирования формоизменения сплошной среды при комплексном механическом воздействии, Проведение расчетов и анализа при помощи различных САД/САЕ-систем упругих; в области термических и термоупругих задач, связанных с изменением формы и напряженно-деформированного состояния корпуса, различных узлов и приборов спутника с целью сохранения характеристик приборов в заданных диапазонах; создание необходимых для расчетов трехмерных САД-моделей узлов и приборов.

В результате исследований получены компьютерные модели формоизменения материалов при реализации технологических процессов производства изделий авиа-космической промышленности; трехмерные компьютерные модели узлов и приборов, подвергающихся термоупругой деформации.

Указанные алгоритмы и модели были применены к задаче количественной и качественной оценки напряжений, возникающих вследствие температурного расширения компонента ACS орбитального зонда EхоMars Trace Gas Orbiter (TGO). Проверка достоверности полученных результатов была осуществлена с помощью упругого расчета и деформационного анализа в системе MSC.Patran/Nastran. Проведенный анализ показал, что расчеты, выполненные различными способами, отличаются незначительно (не более чем на 7%).

Аксенов С.А., Бобер С.А., тел. (495) 333-24-33

13. Исследования нелинейной динамики систем испытывающих бифуркации и разработка методов управления такими системами. Результат - анализ бифуркационных переходов при изменяющихся во времени параметрах в присутствии шума и описание критических явлений, возникающих при бифуркационных переходах в природных и технических системах.

1. Проведен сравнительный анализ динамических и квазистационарных бифуркаций в моделях климатических систем, описывающих внезапные изменения климата Земли. В частности, исследована модель термохалинной циркуляции, в которой в качестве бифуркационного параметра (БП) принят приток пресной воды. В квазистационарном случае БП принимает постоянные значения, а при динамическом сценарии БП изменяется крайне медленно, в течение тысячелетий. Показано, что в противоположность общепринятой квазистационарной теории, при медленном изменении БП, возникает эффект запаздывания потери устойчивости термохалинной циркуляции, который проявляется по-разному, в зависимости от направления бифуркационного перехода. Если БП возрастает со временем, то эффект запаздывания зависит от скорости изменения БП. Тогда как при убывании БП эффект запаздывания зависит от начального значения БП. Показано, что малый параметр, характеризующий скорость изменения БП, обычно не принимаемый во внимание, играет существенную роль в динамике климатических систем, что необходимо учитывать при прогнозе будущих климатических изменений.

2. Исследованы особенности локального распределения полей метеорологических характеристик на Индийском полуострове возникающие в пре-муссонный период. Показано, что анализ критических флуктуаций в областях, совпадающих с локальными особенностями, может применяться для прогноза времени наступления Индийского муссона.

д. ф.-м. н. Е. Д. Суровяткина, т. (495)7440436, selen@iki.rssi.ru

Раздел 5.2. Интеллект. Телекоммуникационные технологии

Отв. исп. Боярский М.Н.

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. Проводилась разработка и оперативное обновление информации на веб-сайте института, включая подготовку и эксплуатацию следующих новых сайтов:

1. Пятый московский международный симпозиум по исследованиям Солнечной системы (5MS3)
2. Десятая ежегодная конференция "Физика плазмы в солнечной системе"
3. Семинар «ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ»
4. XI Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования"

Для обеспечения возможности распределенной совместной работы над документами сотрудников ИКИ и обмена данными со сторонними организациями введено в эксплуатацию облачное хранилище данных, построенное на программном обеспечении SeaFile.

М.И.Шевченко ms@space.ru, М.Н. Боярский mb@rssi.ru, otd.58

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

Произвоилась эксплуатация и обновление программно-аппаратного узла файлового архива на базе 3 серверов с общим объемом резервированного хранения 12 Терабайт. На узле размещен архив научных космических данных общим объемом 2.2 ТБ. Проводилось дальнейшее заполнение системы хранения имеющимися в ИКИ РАН научными данными завершенных космических проектов и выполнялось регулярное пополнение архива новыми данными проекта «Плазма-Ф».

М.И.Шевченко ms@space.ru, М.Н. Боярский mb@rssi.ru, otd.58

3. Проведение исследований по высокопроизводительным вычислениям на распределенных многопроцессорных многоядерных системах для эффективного решения задач в областях небесной механики.

Разработана система для выполнения параллельных вычислений в системе Matlab, позволяющая ускорить процесс нахождения параметров перелета по траекториям астероид – большая планета путем решения задачи Ламберта. Использование данной системы позволило определить группы

астероидов, которые с помощью малого корректирующего импульса могут быть переведены на траекторию гравитационного маневра около планеты. На интервале времени 2015-2045 гг. из примерно 11000 околоземных астероидов выделено приблизительно 200 астероидов, пригодных для перевода на траектории гравитационного маневра около Земли, 70 – около Марса и 35 около Венеры. Полученные решения могут использоваться в задачах отклонения опасных небесных объектов от траекторий столкновения с Землей в рамках противоастероидной-противокометной защиты Земли, а также при исследовании методов захвата околоземных астероидов на траектории, удобные для их исследования и использования их ресурсов.

М.Н. Боярский mb@rssi.ru, Ледков А.А. отд.58

4. «Экспериментальный консолидированный высокопроизводительный вычислительный сегмент в центре обработки данных ИКИ РАН».

В течение 2014 года был реализован прототип отказоустойчивого параллельного хранилища научных данных с потенциальной возможностью масштабирования до нескольких десятков петабайт. Архитектура хранилища предполагает полное дублирование аппаратных компонент с отсутствием единой точки отказа. В настоящее время полное аппаратное дублирование реализовано на всех компонентах активного оборудования в хранилище, а также большинстве межсоединений. Объем полезного пространства в хранилище на данный момент составляет 340 терабайт. Текущая архитектура программно-аппаратного комплекса рассчитана на масштабирование до двух петабайт с использованием дисков объемом 4ТБ. При этом удовлетворяются требования линейного роста производительности и экономической эффективности с бюджетом в пределах 5 млн. рублей на петабайт. Нагрузочные тесты показали, что производительность потоковых операций чтения и записи оценивается в несколько сотен мегабайт в секунду в расчете на одного клиента и до двух гигабайт в секунду совокупно для всего хранилища. Произведенные теоретические расчеты показали, что заданная в исходных требованиях надежность хранения в 99% в течение 10 лет достигается при использовании дисков со временем наработки на отказ 5 лет и выше.

к.т.н. Коноплев В.В. E-mail V.Konoplev@rssi.ru

5. 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.

Работы по Наземным научным комплексам (ННК) в течение отчетного периода осуществлялись как в области их концептуального, технологического и методического развития, так и в области экспериментальной отработки технических решений и осуществления операций в текущих научных космических экспериментах.

При этом на основе сравнительного анализа современных подходов использованных при создании ННК, а также путем адаптации существующих технологических и методических решений был разработан ряд принципиально новых подходов при организации систем информационного обеспечения космических экспериментов. Совокупность полученных результатов данных работ (представленная в Эскизном проекте ННК проекта ЭкзоМарс и совместном докладе на международной ассамблее COSPAR-2014), включает в себя решения по организации средств мультисервисного взаимодействия пользователей, а также операционного персонала наземных научных комплексов; проектный облик системы экспресс-обработки научной телеметрической информации (НТМИ), базовой интегрированной системы планирования научных экспериментов и др.

Дополнительно, в области разработки новых подходов и средств ННК, следует отметить работы по перспективным средствам визуализации для задач наземного информационного сопровождения космических экспериментов, а также разработке концептуальных требований к залам научных операций и технологии «Виртуальных» залов научных операций. С целью сравнительного анализа существующих международных архивов научной информации, в рамках COSPAR-2014, был организован семинар международного альянса планетологических архивов (IPDA).

Перспективные разработки осуществлялись на фоне непрерывного информационного сопровождения научных космических экспериментов «Плазма-Ф» и «Чибис-М».

Назаров В.В. vnazarov@romance.iki.rssi.ru

6. 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.

Исследованы возможности уточнения расчетов рассеяния загрязнения воздуха от промышленных источников с помощью уточнения характеристик местности на основе космических данных. В модели рассеяния AERMOD обычно применяются стандартные значения 3 характеристик (неровность местности, альbedo и параметр Боуэна) для 24 типов объектов на рассчитываемой территории и 4-5 сезонов года. Показано, что эти характеристики можно уточнить а) строя классификацию местности по 24 категориям на основе данных ИСЗ Landsat; б) прямым определением альbedo по данным Landsat, влажности и параметра Боуэна и неровности – по данным космических радаров с синтезированной апертурой, таких как Radarsat. В результате расчетный риск для здоровья населения изменяется до 2 раз на некоторых территориях. Показана возможность использования прямых космических наблюдений шлейфов загрязнителей для уточнения величины выброса, метеопараметров, высоты подъема шлейфа. Эти методики применены в экспериментальном порядке в ряде практических проектов по оценке риска.

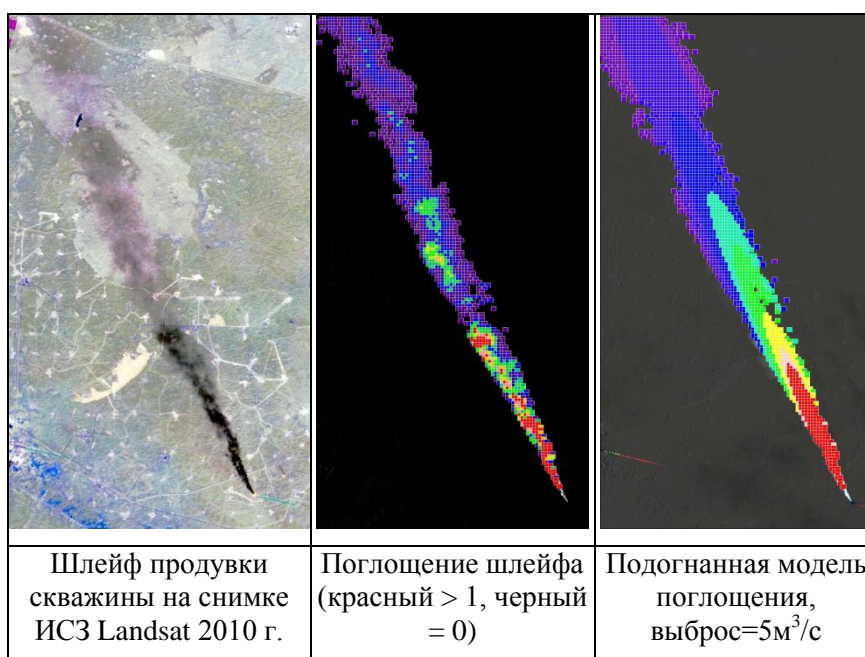


Рисунок 1. Уникальное сочетание космического наблюдения шлейфа загрязнений от продувки газовой скважины и модели AERMOD для рассеяния выброса в зависимости от метеоусловий. Результат: определение мощности выброса загрязнений и уточнение локальных метеопараметров.

с.н.с., к.т.н. В.В.Егоров victor_egorov@mail.ru

Балтер Б.М., Балтер Д.Б., Егоров В.В., Стальная М.В., Чекалина Т.И.

7. 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.

Начата разработка концепции связанных экологических и технологических информационных циклов на основе ноосферной идеологии и методов теории оптимального управления. Построена блок-схема цикла управления загрязнением окружающей среды с использованием расчета риска для здоровья населения. Разработана архитектурная и алгоритмическая база программного комплекса для имитационных экспериментов с информационными циклами управления окружающей средой с использованием космических наблюдений, в том числе разнотипными приборами (оптический сканер и радар с синтезированной апертурой и др.).

8. Идентификация распределения эффективного атомного номера, включая описание физических основ, описание алгоритма модели, описание алгоритма и результатов реконструкции.

В настоящее время известны методы определения массовых коэффициентов поглощения и эффективных атомных номеров многокомпонентных структур для моноэнергетических источников.

Эти методы распространяются и на источники с непрерывным спектром. Однако они могут быть применены лишь для бесконечно тонких объектов, таких как жидкие растворы. Применение их для объектов конечной толщины приводит к значительным систематическим погрешностям. При этом получаемые значения массовых коэффициентов поглощения и эффективных атомных номеров не инвариантны к средней плотности и размеру контролируемого объекта, что противоречит физическому смыслу этих характеристик.

В работе доказано, что массовые коэффициенты поглощения и эффективные атомные номера (инвариантные к средней плотности и размеру объекта) могут быть получены на основе оценок математических ожиданий коэффициентов поглощения для конкретных спектров исходного излучения.

д.т.н. В.А. Горшков, vgorshkov@mail.ru, отд.58

9. 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 и модификации существующих 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, включая работы в Группе управления. Выполнена обработка данных для 630 сеансов связи.

3. Регулярно проводилась сверка бортового времени прибора BMSW и московского декретного времени. По полученным результатам проводились привязки измерений к всемирному времени (UT).

4. Осуществлялся поиск больших возмущений в солнечном ветре, регистрируемых прибором BMSW.

5. Регулярно проводилась работы по определению уровней фототоков для детекторов прибора BMSW.

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

Зам. научн. рук. эксперимента в.н.с. д.ф.-м.н. Застенкер Г.Н., отд.54

Гаврилова Е.А., тел. (495)333-44-22, Рудневская Л. В., Ананенкова А.Н., Дьячков А.В. отд.58

10. Разработка и исследование многокадровых методов сверхразрешения с использованием субпиксельной интерполяции и динамического шумоподавления с целью синтеза изображений высокого разрешения по серии изображений низкого разрешения для использования в системах дистанционного зондирования Земли, распознавания образов и анализа видеоданных.

Существенными факторами, влияющим на результаты использования методов сверхразрешения, являются качество внутрикадровой интерполяции, в частности – отсутствие заметных артефактов, являющихся следствием применения классических быстрых решений – билинейной или бикубической интерполяции, и чёткость используемых кадров. К методам, применяемым для локального повышения чёткости, предъявляется целый ряд требований, наиболее существенные из которых – отсутствие эффекта «дребезга» на резких границах и минимизация уровня привносимого шума (что не позволяет использовать для повышения чёткости простую неадаптивную фильтрацию на базе классического шарпенинга). Важным требованием является также скорость их работы. Для

решения этой задачи был разработан быстрый адаптивный метод повышения чёткости изображений, использующий «мягкое решение», что, в частности, позволило отказаться от выделения границ объектов.

Для устранения артефактов интерполяции был разработан оригинальный метод постобработки изображений на основе SWDCT-фильтрации, обеспечивающий повышение их качества в метрике PSNR в среднем (Old JPEG Test Set) на 0.9 dB для бикубической и на 1.3 dB для билинейной интерполяции. Это позволило приблизиться к результатам использования значительно более сложных методов интерполяции, таких как SAI (X.Wu и др.) и LGI (разработка ИКИ РАН).

Гл. спец., к.т.н., И. М. Книжный, E-mail: kim@mx.iki.rssi.ru, отд. 71.

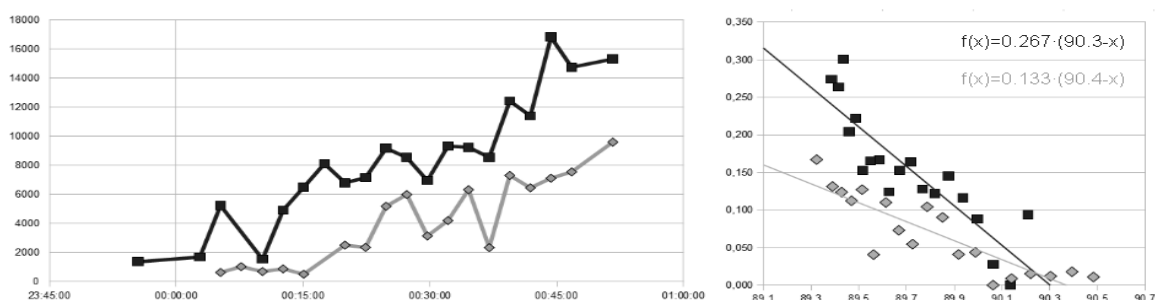
11. Создание автономных систем оптической навигации летательных аппаратов, устойчивых к преднамеренным помехам

В интересах создания автономных систем оптической навигации летательных аппаратов, устойчивых к преднамеренным помехам, проводились работы в области навигации по изображению линии горизонта. В рамках этих работ:

1. Разработаны и реализованы алгоритмы для решения задачи установления соответствия эталонного изображения линии горизонта, построенного по цифровой карте высот и наблюдаемого изображения линии горизонта. С небольшими модификациями алгоритм пригоден также и для установления соответствия карты береговых линий наблюдаемому изображению Земли при решении навигационных задач.

2. Методом имитационного моделирования сделаны оценки влияния разрешения камеры, наблюдающей линию горизонта, а также точности цифровой карты на точность навигации для разных высот. Оценка сделана для участка с высокой информативностью профиля поверхности Земли.

3. По результатам экспериментальной съемки линии горизонта в ночное время над Черным морем в районе п. Симеиз с высоты 370 м, реализованы предварительные оценки прозрачности атмосферы методом её просвечивания светом звезд. Полученные значения градиента увеличения пропускания атмосферы при увеличении угла над горизонтом находятся в пределах от 0,1 до 0,3 градус⁻¹. Оценки сделаны в интересах решения задач наблюдения объектов и элементов рельефа на предельных дальностях для решения задач навигации. В дальнейшем предполагается провести комплексное сравнение экспериментальных измерений и расчетных значений.



Слева представлена зависимость яркости (ед. АЦП) звезд SAO230635 (квадрат) и SAO230737 (ромб) в зависимости от всемирного времени ночью 22-23 июня 2014 г. Справа – для них же представлена величина пропускания в атмосфере в зависимости от зенитного расстояния в градусах

С.н.с., к.т.н. Гришин В. А., E-mail: vgrishin@iki.rssi.ru, отд. 71

Раздел 5.3 КОСМОС

Отв. исп. к.т.н. Коноплёв В.В.

1. Модернизация и развитие научной космической сети «КОСМОС»

В течение 2014г был проведен комплекс мероприятий по развитию сети «КОСМОС» с целью повышения производительности, управляемости, надежности и безопасности:

1. Введен в эксплуатацию программно-аппаратный комплекс глубокого пакетного анализа (DPI) сетевого трафика. Настройки программно аппаратного комплекса в настоящее время решают две ключевые задачи: 1) выявление фактов нецелевого использования научных сетевых ресурсов, в частности, использование «пиринговых» сетей и 2) реализация положений федерального закона ФЗ-139 по ограничению доступа физических лиц к ресурсам из реестра запрещенных сайтов.
2. Произведено дальнейшее расширение зоны покрытия высокопроизводительными линиями 10G Ethernet. В частности, произведено подключение вычислительных мощностей отдела спутникового мониторинга к новому масштабируемому отказоустойчивому хранилищу в ЦОД ИКИ РАН по технологии 10G Ethernet.
3. Выполнен очередной комплекс работ по внедрению технологий «единого входа» (single sign on). В частности, основные мультипроектные физические и виртуальные сервера ЦОД ИКИ РАН были переведены в домен под управлением RedHat Identity Server. Таким образом, реализован принцип централизованного управления учетными записями на вычислительных мощностях в ЦОД ИКИ РАН.
4. Выполнен очередной комплекс работ по реализации отказоустойчивых подключений для окончного оборудования. В частности, основные мультипроектные физические и виртуальные сервера ЦОД ИКИ РАН подключены к сетевой инфраструктуре по отказоустойчивой схеме с использованием технологии межстекового агрегирования каналов (cross-stack link aggregation). Эта технология позволяет получить автоматическое резервирование всех активных и пассивных сетевых компонентов в системе и, одновременно, снизить риски, связанные с ошибками в конфигурации сетевого оборудования.

А.Б. Александров, abba@cosmos.ru

Консолидация вычислительных ресурсов центра обработки научных данных на базе технологий облачных вычислений

За отчетный период были проанализированы существующие подходы к созданию параллельных и распределенных систем хранения данных на базе открытого свободно распространяемого программного обеспечения. Реализован и введен в опытную эксплуатацию прототип отказоустойчивого масштабируемого файлового хранилища на базе инновационной связки параллельной файловой системы LUSTRE с внутренним хранилищем на базе файловой системы ZFS. На данный момент хранилище имеет объем 340ТБ полезного пространства и потенциал расширения до нескольких петабайт. Статистическая оценка вероятности потери данных в хранилище в течение 10 лет вследствие отказа дисков составляет не более 1%. В ходе выполнения проекта были проведены экспериментальные исследования различных сценариев взаимодействия хранилища с виртуальными машинами, входящими в состав вычислительного облака ЦОД ИКИ РАН. В итоге, был выбран подход с использованием контейнеров OpenVZ, который позволяет получить производительность потоковых операций чтения и записи до 300 МБ/с в расчете на одного клиента, а также до 2ГБ/с совокупно для всей инфраструктуры. Таким образом, полученные результаты способны конкурировать со специализированными аппаратными решениями, рыночная стоимость которых оказывается в несколько раз выше.

Раздел 5.4 Вектор_УС

Отв. исп. д.т.н. Аванесов Г.А.

Разработка методов и средств автономной навигации летательных аппаратов на основе измерения параметров естественных полей и ориентиров

Создан опытный образец астроинерциальной навигационной системы (АИНС), показанной на рис. 1. АИНС состоит из астровизирующего устройства (АВУ), бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС), основанной на высокоточных лазерных гироскопах и акселерометрах, и имеет в своем составе приемник спутниковых навигационных сигналов ГЛОНАСС/GPS. АВУ основано на астрокамере с ПЗС-матрицей форматом 50 Мп (рис. 2), объективе дифракционного качества с фокусным расстоянием 125 мм (рис. 3) с встроенным механическим затвором (рис. 4). В состав АВУ, также входит солнечный датчик (рис. 5), который обеспечивает работу при критических углах Солнца для звездного канала. Солнечный датчик основан на КМОП-матрице. АВУ реализован в герметичном исполнении, заполнен азотом, оптические элементы выполнены из сапфира. Система обеспечения теплового режима обеспечивает темпостабилизацию объектива и других критичных узлов, а также охлаждение ПЗС-матрицы. В состав АВУ входит блок вычислителя, в котором решается задача трехосной звездной ориентации.

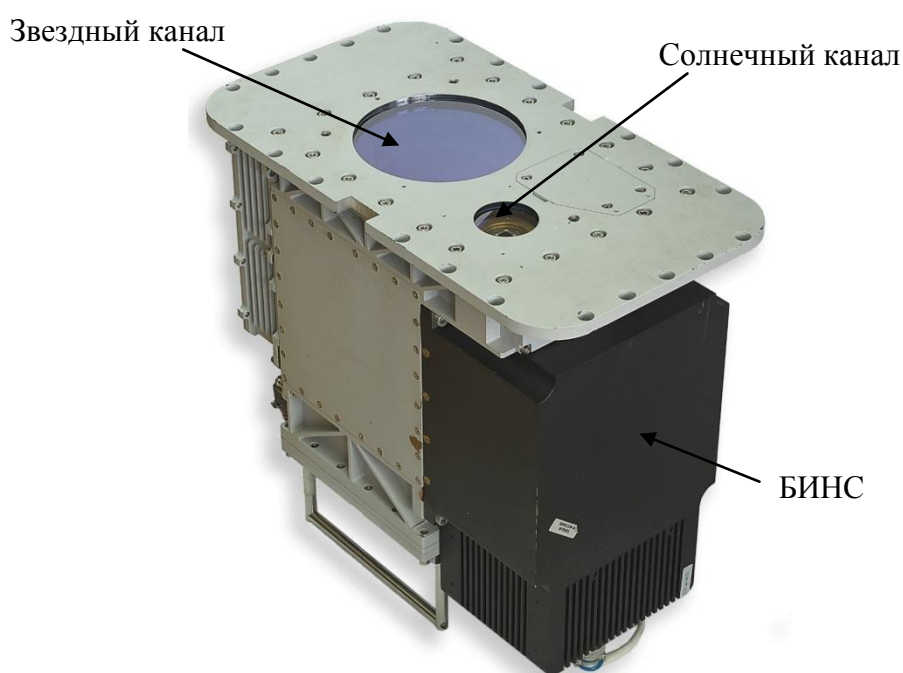


Рис.1 Астроинерциальная навигационная система

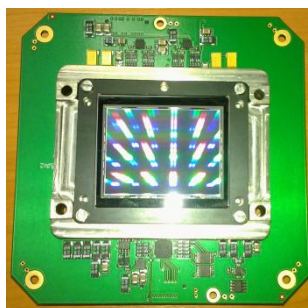


Рис.2 ПЗС-матрица



Рис. 3 Объектив



Рис.4 Затвор



Рис.5 Солнечный датчик

к.т.н. Бессонов Р.В., отд. 71