

СИГНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

01. АКУСТИКА

ОТДЕЛЬНЫЙ ВЫПУСК

Главный редактор
акад. О.В. Руденко, Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова

Рубрикация:
Д.Л. Расторгуев, Акустический институт им. Н.Н. Андреева

Издается с 2013 г.

№ 05
Москва 2023

Выходит 6 раз в год

Библиография

23.05-01.1К Практические основы виброакустической диагностики машинного оборудования. Уч. пособие. Костюков В.Н. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2002, 108 с.

В книге изложены основные принципы практического анализа параметров виброакустических сигналов с целью определения технического состояния машинного оборудования и основные диагностические признаки неисправностей и дефектов. Главное внимание уделено практическим способам диагностики состояния оборудования на основе анализа виброакустического сигнала.

23.05-01.2К Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибраций. Учеб. пособие. Барков А.В., Баркова Н.А. СПб.: Изд. Центр СПбГМТУ. 2004, 152 с.

Рассматриваются основные вопросы и направления развития вибрационного анализа, используемого при решении диагностических задач. Дается описание основных методов анализа сигналов вибрации во временной и частотной областях, в пространстве и по множеству однотипных объектов диагностики. Приводятся основные области применения рассматриваемых методов анализа сигналов для решения задач диагностики вращающегося оборудования и его узлов. Основные положения и выводы иллюстрируются практическими примерами. Основное внимание уделяется цифровым методам анализа сигналов, используемых в современных диагностических приборах и системах.

23.05-01.3К Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин. Учеб. пособие. Костюков В.Н., Науменко А.П. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2011, 360 с. ISBN 978-5-8149-1101-8

Рассмотрены теоретические и практические основы виброакустической диагностики неисправностей машин и механизмов, методы анализа виброакустических сигналов. Главное внимание уделено анализу параметров виброакустического сигнала.

23.05-01.4К Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам. Русов В.А. Пермь: Вибро-Центр. 2012, 252 с.

Данное руководство по диагностике дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам писалось как методическое пособие, входящее в комплект поставки приборов для измерения вибрации. Исходя из этого, был выбран достаточно свободный стиль изложения материала, ориентированный на то, чтобы помочь практическому специалисту диагностировать дефект, предварительно поняв причины возникновения

определенной картины вибрационных процессов. По этой же причине автор старался при описании диагностических процессов максимально избежать использования математического аппарата, тем более специального, требующего от диагноста дополнительной подготовки. Тем, кому хочется более подробно, и математически точно, разобраться в вибрационных процессах, следует обратиться к другим источникам, имеющим такие описания. По своему достаточно ограниченному объему руководство не претендует на полноту и математическую строгость, не является подборкой практических случаев удачного или неудачного применения методов вибрационной диагностики в какой-либо отрасли промышленности. Его содержание формировалось по другому принципу. В руководстве описаны общие вопросы подхода к диагностике различных дефектов. Для наиболее часто встречающихся дефектов не только описаны характерные спектры вибрационных сигналов, но и объяснены причины возникновения тех или иных характерных гармоник. Нам кажется, что такое изложение материала, не связанное с конкретной маркой оборудования, принесет наибольшую пользу персоналу диагностических служб.

23.05-01.5К Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях. Материалы Международной научно-практической конференции. Белгород, 21–22 сентября 2017 г. Белгород: Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. 2017. ISBN 978-5-361-00512-3

23.05-01.6К 11-я Российская мультиконференция по проблемам управления. Санкт-Петербург, 02–04 октября 2018 г. СПб.: Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электроприбор". 2018. ISBN 978-5-91995-058-5

Сборник содержит тексты пленарных докладов, представленных на первом и заключительном пленарных заседаниях 11-й мультиконференции по проблемам управления. Тексты докладов публикуются в авторской редакции.

23.05-01.7К XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября–2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020. ISBN 978-5-00015-048-1

Конференция молодых ученых «Фундаментальные и прикладные космические исследования», посвященная Дню космонавтики, ежегодно проводится Научно-образовательным центром Института космических исследований Российской академии наук.

мии наук (ИКИ РАН). В конференции принимают участие студенты, аспиранты и молодые учёные (до 35 лет). В 2020 году было прислано более 100 докладов. Настоящий сборник трудов конференции содержит избранные статьи, написанные докладчиками.

23.05-01.8К Акустическая диагностика механизмов. Павлов В.В. М.: Машиностроение. 1971, 224 с.

Книга посвящена теории технического диагноза, основанного на анализе шума механизмов. Важнейшим элементом инженерной деятельности является правильная постановка проблемы. Поэтому в работе большое внимание уделяется формулированию задачи технической диагностики и определению основных понятий. В доступной форме излагается теория и методы технического диагноза, основанные на анализе акустического сигнала, излучаемого механизмом. Эти методы и приборы, построенные на их основе, могут быть использованы для организации контроля качества выпускаемых изделий, для определения потребности машин в обслуживании и ремонте в период эксплуатации, а также при проведении научных исследований.

23.05-01.9К Введение в акустическую динамику машин. Артоболевский И.И., Бобровицкий Ю.И., Генжин М.Д. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы. 1979, 296 с.

Данное учебное пособие представляет виброакустическую диагностику (ВАД) в виде составной части мониторинга технического состояния машинного оборудования и излагает методологию вибромониторинга и диагностики как в общем виде, так и в плане практического использования для выявления дефектов и неисправностей машин и механизмов. В пособии кратко изложены общие вопросы методологии ВАД, которые приведены в достаточном количестве монографий и справочных изданий. Особую ценность представляют разделы, в которых изложен материал по практическому использованию виброакустических сигналов для постановки диагноза, выделения диагностических признаков неисправностей с достаточной степенью конкретизации, позволяющей использовать приведенную информацию для выявления дефектов и неисправностей. Иллюстративный материал, с одной стороны, построен на данных реальных эпизодов диагностирования и мониторинга состояния машин и механизмов, а с другой стороны, в достаточной степени обобщен в виде масок спектров, что позволяет использовать его для практической работы. Учебное пособие подготовлено авторами на основе не только литературных данных, но и большого практического опыта исследований, разработки, внедрения и эксплуатации систем мониторинга и диагностики, оно дает целостное и полное представление о теоретических и практических основах ВАД и мониторинга роторных и поршневых машин. По сути содержания учебное издание соответствует современному мировому уровню развития в области ВАД и мониторинга технического состояния машин и механизмов, в нем излагаются разделы, позволяющие не только обеспечить получение знаний в области ВАД и мониторинга, но и быть полезным методологическим материалом для выполнения расчетных и аналитических заданий, курсовых и выпускных квалификационных работ.

23.05-01.10К Взаимодействие нелинейных колебательных систем с источниками энергии. Алифов А.А., Фролов К.В. М.: Наука. 1984, 328 с.

Излагается систематическая теория смешанных колебаний механических систем. Приводится анализ динамики автоколебательных систем, взаимодействующих с источниками энергии, при наличии нелинейных упругих связей, периодических, параметрических воздействий и запаздывания. Рассматриваются нелинейные вынужденные и параметрические колебания систем, взаимодействующих с двумя источниками энергии. Основная цель книги — концентрация внимания на том богатом многообразии физических явлений, которое возможно при смешанных колебаниях и динамическом взаимодействии колебательной системы с источником энергии.

23.05-01.11К Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов. Балицкий Ф.Я., Иванова М.А., Соколова А.Г., Хомяков Е.И. М.: Наука. 1984, 120 с.

23.05-01.12К Виброакустическая диагностика машин и механизмов. Генжин М.Д., Соколова А.Г. М.: Машиностроение. 1987, 288 с.

Изложены основные принципы и методы диагностирования машин и механизмов в рабочих условиях. Приведены алгоритмы диагностирования неисправностей типовых узлов, которые положены в основу разработки математического обеспечения автоматизированной системы на базе ЭВМ.

23.05-01.13 Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов. Сборник трудов. *Механика, управление и информатика*. 2013, № 1, с. 1. Рус.

Номер журнала выпущен в виде книги.

23.05-01.14 Третья всероссийская научно-техническая конференция "Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов". Сборник трудов. *Механика, управление и информатика*. 2013, № 1, с. 2. Рус.

Настоящий сборник содержит материалы Третьей Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов», проведенной ИКИ РАН 10–13 сентября 2012 года. Участие в конференции приняли специалисты предприятий и организаций космической отрасли России, доклады которых отразили современное положение дел в области разработки приборов ориентации и навигации, телевизионных съемочных систем космических аппаратов. В сборник включены основные работы, представленные на конференции.

23.05-01.15 10-я конференция молодых учёных "Фундаментальные и прикладные космические исследования". *Механика, управление и информатика*. 2014, 6, № 1, с. 1. Рус.

23.05-01.16 Космическая баллистика — от истоков к будущему: сборник трудов юбилейного заседания семинара ИКИ РАН по механике, управлению и информатике, посвящённого 100-летию со дня рождения П.Е. Эльясберга. 17—19 июня 2014 года, Россия, Таруса / под редакцией Р.Р. Назирова. Серия "Механика, управление и информатика". *Механика, управление и информатика*. 2015, 7, № 1, с. 1. Рус.

17–19 июня 2014 г. в городе Тарусе Калужской области в представительстве «Интеркосмос» проходило выездное заседание семинара ИКИ РАН по механике, управлению и информатике, посвящённое 100-летию со дня рождения Павла Ефимовича Эльясберга — выдающегося учёного и педагога, одного из создателей отечественной космической баллистики. Участниками заседания были ведущие специалисты различных научных организаций, как знавшие П.Е. Эльясберга и работавшие с ним, так и молодые учёные, продолжающие сегодня развивать отечественную науку. Настоящее издание представляет собой сборник трудов этого заседания.

23.05-01.17 Космическая баллистика — от истоков к будущему: сборник трудов юбилейного заседания семинара ИКИ РАН по механике, управлению и информатике, посвящённого 100-летию со дня рождения П.Е. Эльясберга. 17—19 июня 2014 года, Россия, Таруса / под редакцией Р.Р. Назирова. Серия "Механика, управление и информатика". *Механика, управление и информатика*. 2015, 7, № 1, с. 1. Рус.

17–19 июня 2014 г. в городе Тарусе Калужской области в представительстве «Интеркосмос» проходило выездное заседание семинара ИКИ РАН по механике, управлению и информатике, посвящённое 100-летию со дня рождения Павла Ефимовича Эльясберга — выдающегося учёного и педагога, одного из создателей отечественной космической баллистики. Участниками заседания были ведущие специалисты различных научных организаций, как знавшие П.Е. Эльясберга и работавшие с ним, так и молодые учёные, продолжающие сегодня развивать отечественную науку. Настоящее издание представляет собой сборник трудов этого заседания.

23.05-01.18 Четвёртая всероссийская научно-техническая конференция "Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов". *Ме-*

ханика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 1. Рус.

Журнал вышел в виде книги. Настоящий сборник содержит материалы 4-й Всероссийской научно-технической конференции «Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов», проведённой ИКИ РАН 8–11 сентября 2014 года. Участие в конференции приняли специалисты предприятий и организаций космической отрасли России и ближнего зарубежья, доклады которых отразили современное положение дел в области разработки приборов ориентации и навигации, телевизионных съёмочных систем космических аппаратов. В сборник включены основные работы, представленные на конференции.

23.05-01.19 Исследования солнечной системы. космические вехи. Материалы научной сессии, посвящённой 80-летию академика М.Я. Марова. Четвёртый международный симпозиум по исследованию Солнечной системы $4M-S^3$. МОСКВА, 14–18 октября 2013. Под редакцией А.В. Захарова. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 1. Рус.

Журнал вышел в форме книги. Предлагаемая вниманию читателя книга «Исследования Солнечной системы: космические вехи» содержит материалы научной сессии, посвящённой 80-летию крупного российского учёного академика Российской академии наук Михаила Яковлевича Марова, которая состоялась в Институте космических исследований (ИКИ РАН) в рамках 4-го Международного симпозиума по исследованию Солнечной системы ($4M-S^3$) в октябре 2013 г. Книга представляет собой сборник статей, подготовленных на основе докладов ближайших коллег и учеников юбиляра, представленных на симпозиуме. В них отражён широкий спектр актуальных проблем, включающих в себя изучение Луны и планет Солнечной системы на космических аппаратах, теоретические исследования и создание математических моделей космических сред.

23.05-01.20 Исследования солнечно-земных связей на микро-, нано- и пикоспутниках: Материалы научной сессии Секции Солнечно-земных связей совета по космосу Российской академии наук / Под редакцией члена-корреспондента РАН А.А. Петруковича. Серия "Механика, управление и информатика". Москва: ИКИ РАН, 2015. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 4, с. 1-4. Рус.

Этот номер журнала вышел в форме книги. Сборник включает материалы научной сессии Секции солнечно-земных связей Совета по космосу РАН, прошедшей 3 декабря 2014 г. в Институте космических исследований РАН и посвящённой обсуждению возможностей исследования солнечно-земных связей на микро-, нано- и пикоспутниках. Представлены доклады об актуальных научных задачах, проектах российских и зарубежных микро-, нано- и пикоспутников.

23.05-01.21 Новые технологии неразрушающего контроля. Баранова Ю.А. Датчики и системы. 2023, № 1, с. 63. Рус.

DOI: <https://doi.org/10.25728/datsys.2023.1.10> Представлены результаты прошедших в 2022 г. мероприятий, посвящённых современным технологиям неразрушающего контроля и технической диагностики — IX Международного промышленного Форума «Территория NDT 2022. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» и выставки «NDT Russia 2022». Ключевые слова: неразрушающий контроль, техническая диагностика, NDT, дефектоскопия, цифровизация, сертификация, метрологическая аттестация.

23.05-01.22 Иванова Л. В., Кричевский С. В. Сообщество космонавтов. История становления и развития. Проблемы. перспективы. М.: ЛЕНАНД, 2021. 256 с. ISBN 978-5-9710-9600-2. Чеснов В.М. Вопросы истории естествознания и техники. 2022. 43, № 4, с. 339-374. Рус.

Книга посвящена становлению и развитию сообщества космонавтов, объединяющего всех космонавтов СССР, России и других стран. Первое издание вышло в издательстве URSS в 2013 г., причем это была первая монография в России и мире, посвященная исследованию сообщества космонавтов. В год 60-летия первого полета человека в космос выходит второе, дополненное и исправленное издание. Публикуются материалы исследований кандидата социологических наук Л.В. Ивановой и доктора философских наук, кандидата технических наук, профессора С.В. Кричевского в 2007–2021 гг. В основе работы данные об истории создания и развития Отряда космонавтов СССР/России в 1960–2021 гг.; значительное место занимают результаты исторических и социологических исследований, выполненных в 2010–2012 гг. в связи с 50-летием первого полета человека в космос. Включены новые материалы и информация об источниках и литературе 2014–2021 гг.

Персоналии

23.05-01.23 Теория скрытых колебаний. Обзор результатов научной школы Г.А. Леонова. Кузнецов Н.В. 11-я Российская мультиконференция по проблемам управления. Санкт-Петербург, 02–04 октября 2018 г. СПб.: Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электрон-прибор". 2018, с. 41-54. Рус.

Обзор результатов по теории скрытых колебаний и ее приложениям к классическим проблемам и прикладным задачам.

23.05-01.24 Василий Иванович Мороз. Победы и поражения. Рассказы друзей, коллег, учеников и его самого. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 1-2. Рус.

Книга (ISBN 978-5-00015-001-6) посвящена известному учёному, выдающемуся исследователю планет наземными и космическими средствами, основоположнику отечественной школы инфракрасной астрономии, профессору Василию Ивановичу Морозу, и содержит автобиографические записки Василия Ивановича «На пыльных тропинках далёких планет...» и воспоминания его коллег, друзей и учеников в России и за рубежом, проводивших с ним планетные исследования, разделявших радость побед 1970-х и 1980-х годов и горечь поражений конца века, восхищавшихся его талантом, мудростью, стойкостью и силой духа.

23.05-01.25 Василий Иванович Мороз (20 мая 1931—23 июня 2004). Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 3-4. Рус.

Василий Иванович Мороз — широко известный учёный, выдающийся исследователь планет наземными и космическими средствами. Свою научную деятельность начал с регистрации инфракрасных спектров планет с помощью наземных наблюдений на телескопах Южной станции ГАИШ и Крымской обсерватории и получил ряд выдающихся научных результатов: обнаружил ледяной покров на поверхности спутников Юпитера, связанную воду в марсианских породах, определил давление в атмосфере Марса и содержание CO_2 в атмосфере Венеры. С 1967 года В.И. стал активным участником исследований планет космическими аппаратами и руководителем многих экспериментов на советских автоматических межпланетных станциях. В.И. Мороз получил пионерские результаты, касающиеся свойств и строения атмосфер Марса и Венеры, атмосферы кометы Галлея, состава поверхности Фобоса. Василий Иванович создал отечественную планетную школу и воспитал коллектив специалистов, которые успешно участвуют в международных космических программах.

23.05-01.26 Василий Иванович (вместо предисловия). Зелёный Л.М. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 5-8. Рус.

23.05-01.27 Василий Иванович Мороз и Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга. Черепашук А.М. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 9-10. Рус.

Василий Иванович Мороз — широко известный учёный, вы-

дающийся исследователь планет наземными и космическими средствами. В И. Мороз родился в Москве в 1931 году, окончил механико-математический факультет МГУ по специальности астрономия в 1954 году. В 1954—1956 годах работал в Астрофизическом институте АН Казахской ССР, в 1956—1974 годах — в Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга МГУ, с 1974 года — в Институте космических исследований АН СССР, был заведующим отделом «Физика планет и малых тел Солнечной системы». С середины 50-х годов прошлого столетия В.И. Мороз начал создавать ИК-астрономиию (в диапазоне 1—20 мкм), и через несколько лет в СССР появилась эта, относительно новая область наблюдательной астрофизики. Были проведены пионерские наблюдения холодных звёзд, планетарных туманностей, Крабовидной туманности и ядра нашей Галактики. В области планетологии В.И. Мороз начал свою научную деятельность с регистрации инфракрасных спектров планет с помощью наземных наблюдений на телескопах Южной станции ГАИШ и Крымской астрофизической обсерватории и получил ряд выдающихся научных результатов: обнаружил ледяной покров на поверхности спутников Юпитера, связанную воду в марсианских породах, определил давление в атмосфере Марса и содержание CO₂ в атмосфере Венеры. С 1967 года В.И. Мороз стал активным участником исследований планет космическими аппаратами (КА) и руководителем многих экспериментов на советских автоматических межпланетных станциях «Марс-3», «Марс-5», «Венера-5—16», «Вега», «Фобос». Были получены новые результаты, касающиеся свойств и строения атмосфер Марса и Венеры, атмосферы кометы Галлея, состава поверхности Фобоса. В проекте МАРС-96 В.И. Мороз был научным руководителем, а в проекте МАРС-ЭКСПРЕСС — участником спектроскопических экспериментов ПФС, ОМЕГА и СПИКАМ, которые продолжают работать и в наши дни. В.И. Мороз создал отечественную планетную школу и воспитал коллектив специалистов, которые успешно участвуют в международных космических программах. В.И. Мороз опубликовал более 240 работ, многие из них в таких рейтинговых журналах, как Nature, Science, Icarus, Planetary and Space Sciences, Advances in Space Research и др. Ему принадлежат также монографии «Физика планет» (1967) и «Физика планеты Марс» (1978), он соавтор учебника «Курс общей астрономии», переведённого на многие языки (5-е изд. 1983). Василий Иванович Мороз за свои выдающиеся заслуги был удостоен множества престижных наград и премий, в числе которых Государственная премия СССР (1985) и Орден Трудового Красного Знамени (1976). В 1999 году ему было присвоено почётное звание Заслуженного деятеля науки Российской Федерации. В 2004 году решением президиума КОСПАР ему присуждена главная премия КОСПАР. Он был действительным членом Международной академии астронавтики и почётным членом Российской академии космонавтики. В честь В.И. Мороза названы кратер на Марсе и астероид № 16036. Долгие годы работы Василия Ивановича Мороза в ГАИШ МГУ оставили о нём добрую память как о выдающемся учёном, педагоге и прекрасном человеке. Более 25 лет В.И. Мороз преподавал в МГУ, был профессором Московского университета. У Василия Ивановича всегда хватало времени, сердца и души для каждого. Такие люди — умные, честные, отдающие науке все силы, живущие для науки — являются достоинством страны.

23.05-01.28 Василий Иванович Мороз. Биографическая справка. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 4, с. 11-14. Рус.

Василий Иванович Мороз — выдающийся учёный, широко известный исследователь планет наземными и космическими средствами, лидер отечественной инфракрасной астрономии, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат Государственной премии, доктор физико-математических наук, профессор. В.И. — автор более 240 публикаций в научных журналах, монографий «Физика планет» и «Физика планеты Марс», соавтор многократно переиздававшегося учебника «Курс общей астрономии». Десятки учёных, успешно работающих в различных астрономических институтах и обсерваториях России и за рубежом, называют его Учителем. Он создал планетную школу и воспитал коллектив специалистов мирового уровня, которые успешно участвуют в международных планетных программах. Его отличали неутомимый дух исследова-

теля, высокий профессионализм, честность и простота.

23.05-01.29 Вехи жизни и научной деятельности В. И. Мороза. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 4, с. 15-19. Рус.

23.05-01.30 Академик Российской академии наук Михаил Яковлевич Маров. *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 3-4. Рус.

Академик Российской академии наук Михаил Яковлевич Маров — крупный учёный в области механики и физики космоса, планетных исследований, изучения и математического моделирования космических и природных сред. Родился в 1933 г. в Москве, окончил в 1958 г. Московское высшее техническое училище им. Н.Э. Баумана по специальности механика, работал в ракетно-космической отрасли, с 1962 г. — в Академии наук СССР (РАН). В период 1962—2007 гг. — заведующий отделом прикладной механики, аэрономии и планетной физики Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, с 2007 г. — заведующий отделом планетных исследований и космохимии Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН. Доктор физико-математических наук, профессор. Ему принадлежит ведущая роль в разработке и осуществлении многолетней программы космических исследований в СССР, в изучении космического пространства, Луны и планет Солнечной системы. При его непосредственном участии проведены пионерские исследования Венеры и Марса, в том числе первые прямые измерения в атмосфере и на поверхности этих планет, получившие мировое признание. Он внёс большой вклад в разработку теоретических основ аэрономии, в механику многокомпонентных турбулентных реагирующих газов, в изучение неравновесных кинетических процессов, создание оригинальных методов математического моделирования, в разработку актуальных проблем космогонии и решение ряда научно-технических проблем Им опубликовано около 300 научных работ и 16 монографий в ведущих российских и зарубежных издательствах. Он принимает активное участие в работе российских и международных научных организаций, является членом Бюро Совета по космосу РАН, Председателем Комиссии РАН по изучению научного наследия К.Э. Циолковского, Председателем секции «Солнечная система» Научного совета РАН по астрономии, заместителем Председателя Научного совета РАН по астробиологии. М.Я. Маров — главный редактор научного журнала РАН «Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы» (Solar System Research), академик Международной академии астронавтики, член Британского астрономического общества. Избирался Президентом Отделения планетных наук Международного астрономического союза, является руководителем Рабочей группы по космическому наследию ЮНЕСКО. Научные заслуги М.Я. Марова и его вклад в космические исследования широко признаны у нас в стране и за рубежом. Он — лауреат Ленинской премии, Государственной премии СССР, Международной Галаберовской премии по астронавтике. Удостоен премии Международной академии астронавтики за лучшую книгу по фундаментальным наукам, премии Эльвина Сифа за пионерские исследования планет, Диплома НАСА (США) за лидирующую роль в изучении Солнечной системы, медали Уильяма Нордберга Международного Комитета по исследованию космического пространства (COSPAR) за большой вклад в научные и прикладные исследования космоса. В 2015 г. награждён Орденом Дружбы.

23.05-01.31 Акустикам: прослушать горизонт! Попов В.А., Шатохин А.В. Морской сборник. 2023, № 6, с. 71-76. Рус.

Рассказывается об истории отечественного акустического приборостроения, 90-летие которого отмечается в нынешнем году. Прослеживается развитие гидроакустических систем, которыми оснащались корабли и подводные лодки Военно-Морского Флота, отмечается роль ведущих отечественных специалистов в области акустики.

23.05-01.32 Человек-легенда XX века (к 100-летию со дня рождения Ричарда Фейнмана). Белопухов Л. *Квант.* 2018, № 9, с. 14-18. Рус.

23.05-01.33 К 70-летию кафедры электроники, колебаний и волн. Гришин С.В., Ремпен И.С., Перчен-

ко **М.И. Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика.** 2022. 30, № 6, с. 766-784. Рус.

1 июня 2022 года кафедре электроники, колебаний и волн СГУ исполнилось 70 лет. За эти годы кафедра прошла блистательный путь, ее руководителями в разное время были три ректора Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, а выпускники и сотрудники кафедры известны в научном мире не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. Мы отдаем дань уважения кафедре электроники и вспоминаем события, а также всех тех людей, с которыми мы так или иначе были связаны, работая в ее стенах, и память о которых надолго останется в наших сердцах.

23.05-01.34 Памяти Полины Соломоновны Ланда. Розенблюм М.Г. Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2022. 30, № 6, с. 785-787. Рус.

21 сентября 2022 года ушла из жизни Полина Соломоновна Ланда, доктор физико-математических наук, профессор, сотрудник кафедры акустики физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, член Российского Национального Комитета по теоретической и прикладной механике, бывший член редакционной коллегии журнала «Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», признанный авторитет в теории нелинейных колебаний и волн.

23.05-01.35 Андрей Геннадьевич Куликовский (к 90-летию со дня рождения). Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 3-4. Рус.

18 марта 2023 г. исполнилось 90 лет выдающемуся ученому-механику, академику Андрею Геннадьевичу Куликовскому. В 1955 г. Андрей Геннадьевич окончил механико-математический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, в 1958 г. окончил аспирантуру по кафедре гидромеханики и защитил кандидатскую диссертацию (научный руководитель Л.И. Седов). После окончания аспирантуры был принят на работу в отдел механики Математического института им В.А. Стеклова РАН, где работает по настоящее время. А.Г. Куликовским получены основополагающие результаты в различных разделах механики. Начало научной деятельности А.Г. Куликовского совпало по времени с возникновением новой науки под названием магнитная гидродинамика. Это было время, когда вырабатывались и шлифовались новые подходы к изучению сложных моделей механики сплошной среды и, в частности, моделей, описываемых нелинейными гиперболическими уравнениями. А.Г. Куликовским исследованы нелинейные волны Римана и возникновение ударных волн в процессе их опрокидывания. Совместно с Г.А. Любимовым опубликована монография "Магнитная гидродинамика" (1962 г.), содержащая основные понятия и отражающая уровень этой науки на этот период времени. Несколько позже (1968 г.) совместно с Г.А. Любимовым и А.А. Барминным были теоретически предсказаны и исследованы разрывы — фронты ионизации и рекомбинации. С одной стороны этих разрывов газ неэлектропроводный, а с другой стороны — электропроводный, движения которого описываются уравнениями магнитной гидродинамики. Эти разрывы требуют выполнения на них дополнительных граничных условий, получаемых из требования существования структуры разрывов. Число требований зависит от скорости разрыва. А.Г. Куликовским было показано, что не только для упомянутых разрывов, но и при очень общих условиях, число дополнительных соотношений на разрыве, получаемых из требования существования структуры, обеспечивает эволюционность разрыва. В последующие годы опыт, накопленный при решении задач магнитной гидродинамики, был применен при построении и изучении других моделей механики сплошной среды. В семидесятые-восемидесятые годы А.Г. Куликовский совместно с Е.И. Свешниковой получили ряд ярких результатов при изучении нелинейных волн в слабоанизотропных упругих средах и разрывных решений гиперболических уравнений. Этим результатам посвящена монография "Нелинейные волны в упругих средах". Совместно с Е.И. Свешниковой изучались фронты затвердевания, состояние перед которыми соответствует среде без касательных напряжений, а состояние позади фронта разрыва — упругая среда. На таких разрывах, так же, как и в случае фронтов ионизации и рекомбинации, требуются дополнительные соотношения, число которых зависит от скорости их

распространения в соответствии с требованиями их эволюционности. В работах, выполненных А.Г. Куликовским совместно с А.П. Чугайновой, исследовались разрывы и неединственность решений задачи Римана в нелинейно-упругих средах. В этих задачах существенную роль играют мелкомасштабные процессы. Показано, что структурой обладает много разнотипных разрывов. Если для построения решения задачи Римана использовать разрывы со стационарной структурой, то решение неединственно. Детальные расчеты с учетом мелкомасштабных процессов показали, что возникает всегда одно устойчивое решение. Это послужило основанием включить требование устойчивости структуры разрыва в понятие допустимости разрыва (при этом структура может быть нестационарной). За результаты, полученные при изучении нелинейных волн в сплошных средах, в 2003 г. А.Г. Куликовскому (в составе авторского коллектива) присуждена Государственная премия Российской Федерации. Еще одно направление исследований связано с устойчивостью и развитием возмущений в протяженных областях. Показано, что в случае однородного течения или состояния на бесконечном отрезке x , неустойчивость может проявляться в двух формах: краевой, которая определяется взаимодействием уравнений с граничным условием, и глобальной, определяемой усилением волн, движущихся в направлении другой границы и отражающихся от нее. За эти результаты в 1967 г. А.Г. Куликовскому была присуждена премия С.А. Чаплыгина. В развитие этой темы последовал цикл работ, касающихся установления критериев неустойчивости и развития возмущений на стационарном медленно меняющемся фоне. Андрей Геннадьевич всегда уделял большое внимание педагогической деятельности. На протяжении многих лет он был профессором кафедры гидромеханики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, многие его ученики защитили кандидатские и докторские диссертации и стали известными учеными. С 2013 по 2020 г. А.Г. Куликовский был главным редактором нашего журнала. Андрей Геннадьевич сохранил, приумножил традиции и высокие стандарты качества научных работ, которые сложились в "Механике жидкости и газа". Редакция журнала от всей души поздравляет Андрея Геннадьевича с замечательным юбилеем, желает ему крепкого здоровья и творческого долголетия.

23.05-01.36 Наука о прочности до и после И.Г. Бубнова. К 150-летию основоположника строительной механики корабля. Родионов А.А. Морские интеллектуальные технологии. 2023. 2, № 3-2, с. 10-18. Рус.

Рассмотрены истоки строительной механики, которые ведут свое начало с возведения величественных инженерных сооружений древности. Развитие строительного дела в древней Греции стимулировало разработку статики, составляющую основу строительной механики. Богатейший опыт возведения инженерных сооружений Римской империи обобщен в десятичном трактате Витрувия об архитектуре. Эпоха возрождения сформировала устойчивый интерес к науке о прочности. Начало XVIII ознаменовано поиском путей применения нового математического аппарата интегро-дифференциального исчисления Ньютона-Лейбница в физике и механике. Значительные результаты в этом направлении получены Яковом и Иоганном Бернуллы, Эйлером, Лагранжем. Применение железа в создании инженерных сооружений при обустройстве путей сообщения способствовало окончательному формированию науки о прочности, на базе которой трудами И.Г. Бубнова — математика, механика и корабельного инженера создана наука — строительная механика корабля. Фундаментальные основы строительной механики корабля постоянно совершенствовались и совершенствуются последующими поколениями ученых и практиков, но сохраняют в себе главные положения, сформулированные ее основателем. Перспективные направления развития строительной механики определяются широким применением высокоточных математических моделей, применением новых композиционных материалов, аддитивных технологий изготовления деталей и конструкций для создания надежных объектов, с требуемыми характеристиками эффективности.

23.05-01.37 В. А. Хохловой присуждена серебряная медаль Рэлея—Гельмгольца. Акустический журнал. 2023. 69, № 4, с. 506. Рус.

DOI: 10.31857/S0320791923350010.

23.05-01.38 История применения акустики в машиностроении. Жуков А.С., Ардашев Д.В. Вопросы истории естествознания и техники. 2022. 43, № 4, с. 254-268. Рус.

Рассматриваются история акустики и история применения ее методов и достижений в области машиностроения. Акустические методы контроля по праву занимают значительное место среди методов исследования физических объектов и процессов на производстве. Основными их задачами при этом являются выявление разного рода дефектов (ультразвуковой контроль), мониторинг каких-либо параметров производственных процессов, установление физико-механических свойств объектов производства, а также их геометрических характеристик. Отличительная особенность акустических методов, способствующая их широкому распространению, состоит в возможности так называемого неразрушающего контроля, т. е. сохранения целостности исследуемого объекта. Другим не менее важным достоинством этих методов является возможность осуществления процедуры исследования без прерывания процесса производства.

23.05-01.39 Владимир Николаевич Кессених: советский физик между центром и периферией. Костерев А., Ким М.Ю., Расколов В.В. Вопросы истории естествознания и техники. 2022. 43, № 4, с. 307-340. Рус.

Имя Владимира Николаевича Кессениха (1903—1970) тесно

связано с становлением и развитием радиофизических исследований в одном из ведущих научно-образовательных центров СССР — Томске. Он был одним из крупнейших советских специалистов в области радиофизики на протяжении 1930—1950-х гг. Его становление как исследователя происходило в условиях формирования советской системы организации науки. Будучи одним из последних представителей дореволюционной научной школы физики П.Н. Лебедева, Кессених в полной мере застал эпоху сталинизма. В связи с этим в данной статье анализируется профессиональная стратегия ученого в условиях идеологизированной партийно-государственной системы, а также, на примере научной биографии Кессениха, который был профессором как Томского, так и Московского университетов, — характер взаимоотношений центр — периферия внутри советского физического сообщества в исследуемый период. В статье также показана основополагающая роль Кессениха в поднятии томской радиотехники до уровня радиофизики как самостоятельной автономной сферы научного поиска, на базе которой появился целый ряд перспективных направлений. Отмечается, что профессиональные амбиции томского физика в значительной степени повлияли на организационно-структурные очертания местного научно-образовательного пространства. Показана траектория движения ученого по координатной сетке центр — периферия в советской физике, которая демонстрирует как закономерности в истории советского научного строительства, так и следы идеократического метанарратива.

Классические проблемы линейной акустики и теории волн

Математическая теория распространения волн

23.05-01.40 Явное представление сокращенных в размерности уравнений Эйлера сжимаемой жидкости и полной системы уравнений гидродинамики в интегральной форме. Зайцев М.Л., Аккерман В.В. Математическая физика и компьютерное моделирование. 2023. 26, № 1, с. 5-22. Рус.

Большой научный интерес представляют различные способы сведения полной системы гидродинамических уравнений по объему к системе уравнений на поверхности. В статье получены в явном виде «стационарные» системы интегродифференциальных уравнений, которые являются следствиями нестационарных уравнений Эйлера сжимаемой жидкости и полной системы уравнений гидродинамики и у которых производные по времени отсутствуют. Использован метод редукции переопределенных систем дифференциальных уравнений, предложенный ранее авторами и обобщенный очевидным образом на случай интегродифференциальных уравнений. Эволюция всего потока в объеме задается изменяющимися во времени данными на некоторой поверхности этого потока. Если к ним задать корректную задачу, то мы можем определить весь нестационарный поток в объеме без решения нестационарной задачи. Особенность данной работы заключается в том, что все сокращенные в размерности уравнения получены в явном виде в отличие от предыдущих работ авторов, где предлагалось до 200—500 уравнений с сокращенной размерностью, которых очень сложно исследовать и моделировать. Получены также новые нестационарные интегральные уравнения, которые определяют эволюцию потока. Также предлагается новый способ переопределения любой системы УрЧП с помощью общего интегрального соотношения по пространству, следующего из теоремы разложения Гельмгольца.

23.05-01.41 Нелинейные вынужденные колебания газового пузырька в жидкости. Петров А.Г. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2023. 511, № 1, с. 55-59. Рус.

Исследуются вынужденные нелинейные колебания газового пузырька в жидкости, когда частота колебаний внешнего давления жидкости равна собственной частоте колебаний пузырька (резонанс). Методом осреднения выведена простая формула зависимости амплитуды колебаний газового пузырька от ам-

плитуды внешнего давления и теплофизических характеристик газа и вязкости жидкости. Показано ее хорошее согласие с численными расчетами до значения амплитуды колебаний радиуса пузырька, сравнимого с его равновесным значением. Ключевые слова: газовые пузырьки, вынужденные нелинейные колебания, гомобаричность, жидкость.

23.05-01.42 Динамика зажатой капли в поле трансляционных вибраций. Алабушев А.А., Пьянкова М.А. Вычислительная механика сплошных сред. 2023. 16, № 1, с. 78-88. Рус.

Исследуются собственные и вынужденные трансляционные колебания капли идеальной жидкости. Капля помещена в сосуд больших размеров, заполненный жидкостью другой плотности. В состоянии равновесия капля имеет форму кругового цилиндра и находится в контакте с крышкой и дном сосуда. Скорость движения контактной линии на торцевых плоскостях пропорциональна отклонению краевого угла от равновесного значения (угол образует соответствующая плоскость и недеформированная цилиндрическая поверхность капли). Коэффициент пропорциональности (параметр смачивания или параметр Хокинга) свой для крышки и дна, он характеризует степень взаимодействия между линией контакта и твердой поверхностью, которая приводит к диссипации энергии при ее движении. Это позволяет использовать для описания движения потенциал скорости при наличии деформированной поверхности раздела между невязкими жидкостями. Показано, что основная частота трансляционной моды собственных колебаний может не обращаться в нуль, в отличие от случая равных параметров смачивания. Диссипация энергии определяется суммарным вкладом этих параметров, что дает возможность варьировать движение линии контакта в широких пределах. Амплитуда колебаний пропорциональна разности плотностей жидкостей, то есть при одинаковых плотностях система движется как целое. Обнаружено, что возбуждаются как четные, так и нечетные гармоники колебаний формы капли вследствие разных значений параметров смачивания крышки и дна, а при их одинаковых свойствах внешняя вибрационная сила возбуждает только четные гармоники.

23.05-01.43 Взаимодействие газового пузыря и твердой частицы в жидкости под действием акустических вибраций. Коновалов В.В., Любимова Т.П., Прокопьев С.А. Вычислительная механика сплошных сред. 2023.

16, № 2, с. 141-149. Рус.

В жидкости, которая подвергается ультразвуковому воздействию, численно исследовано взаимодействие сферической твердой частицы и газового пузыря. Параметры воздействия выбирались таким образом, чтобы длина акустической волны намного превышала размеры как пузыря, так и частицы. Поле акустического давления вдали от пузыря считалось однородным. В отсутствие частицы течение имело сферическую симметрию, а скорость границы раздела жидкость-газ находилась из уравнения Релея—Плессе. Обсуждаемая в настоящей работе проблема является обобщением классического случая без частицы. Управление движением твердой частицы около газового пузыря является важным для процесса флотации, широко применяемого в технологии обогащения минеральных руд. Задача рассматривалась для высокой частоты и малой либо конечной амплитуды скорости вибраций. В основном порядке малости с учетом вязкости жидкости находилось пульсационное течение для сохраняющей неподвижность тяжелой частицы. В следующем порядке изучались механизмы генерации осредненного течения в объеме жидкости и вблизи ее границ. С помощью полученного осредненного течения установлены величина действующей на частицу осредненной вибрационной силы и ее зависимость от расстояния до поверхности пузыря. Показано, что указанная сила имеет притягивающий характер. Проведено сравнение с данными расчетов в невязком приближении. Обнаружено, что при небольших расстояниях от пузыря наблюдается отклонение найденного значения вибрационной силы от значения, известного из аналитического выражения, согласно которому эта сила пропорциональна градиенту квадрата скорости пульсаций. Демонстрируется, что учет вязкости жидкости приводит к большей осредненной вибрационной силе вблизи пузыря, чем невязкий подход.

23.05-01.44 **Динамические свойства дисперсного материала при гармонических колебаниях.** *Попов И.П. Труды МАИ.* 2023, № 131, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=175909>. Рус.

Отмечено, что при прочностных расчетах элементов конструкций летательных аппаратов, в том числе, учитываются режимы вынужденных и собственных колебаний. В этой связи принимаются во внимание динамические свойства транспортируемого груза, которые для сплошных и дисперсных материалов являются существенно разными. Рассматривается дисперсный материал, расположенный на платформе, совершающей гармонические колебания. Главная проблема при установлении динамических свойств дисперсного материала заключается в невозможности вычисления усредненного коэффициента динамического трения, т.к. на его значение оказывает влияние взаимодействие дисперсных частиц между собой во всей массе материала, а не только с поверхностью платформы. Описание динамического статуса дисперсного материала в форме композиции его неустойчивого и устойчивого статусов дает ключ к разрешению этой и сходных проблем.

23.05-01.45 **Расчет эволюции волн Толлмина—Шлихтинга на основе глобального анализа устойчивости.** *Беляев К.В., Гарбарук А.В., Голубков В.Д., Стрелец М.Х. Мат. моделир.* 2023, 35, № 9, с. 45-60. Рус.

Представлена вычислительная методология, предназначенная для расчета пространственной эволюции волн Толлмина—Шлихтинга и показателя роста их амплитуды в существенно непараллельных потоках, базирующаяся на глобальном анализе устойчивости стационарных решений полной системы уравнений Навье—Стокса для сжимаемого газа. Описаны три этапа этой методологии (получение стационарного решения, проведение глобального анализа его устойчивости и постпроцессинг полученных результатов), и приведены результаты ее валидации путем сравнения результатов расчета характеристик волн Толлмина—Шлихтинга на плоской пластине с соответствующими результатами классической теории устойчивости в локально-однородном приближении. Представлен пример расчета обтекания пластины с прямоугольной выемкой, иллюстрирующий возможность применения предложенной методологии к непараллельным течениям.

23.05-01.46 **Об одном классе точных решений систе-**

мы Навье—Стокса для несжимаемой жидкости в шаре и сферическом слое. *Галкин В.А. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023, 63, № 6, с. 1001-1005. Рус.

Получен класс точных решений уравнений Навье—Стокса для вихревого течения несжимаемой жидкости. Построено трехпараметрическое семейство решений в шаре, сферических слоях и во всем пространстве R_3 .

23.05-01.47 **Обратные задачи для уравнения Гельмгольца по отысканию правой части с нелокальным интегральным наблюдением.** *Сабитов К.Б. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023, 63, № 7, с. 1145-1155. Рус.

Приводятся постановки обратных задач для уравнения Гельмгольца по отысканию его правой части с дополнительным интегральным условием типа Самарского—Ионкина и обоснование их корректности в смысле Адамара в классе регулярных решений. Единственность решений поставленных задач доказана на основании интегральных тождеств. Методами разделенных переменных и интегральных уравнений решения задач построены в явном виде.

23.05-01.48 **О точности схем сквозного счета при численном моделировании газодинамических ударных волн.** *Колотылов В.А., Курганов А.А., Остапенко В.В., Хандеева Н.А., Чу Ш. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023, 63, № 7, с. 1216-1224. Рус.

Проведен сравнительный анализ точности численных схем SABARET (второго порядка), Русанова (третьего порядка) и A-WENO (пятого порядка по пространству и третьего порядка по времени) при сквозном расчете газодинамических ударных волн, возникающих при численном моделировании задачи Коши с гладкими периодическими начальными данными. Показано, что схемы SABARET и AWENO, при построении которых используется нелинейная коррекция потоков, имеют приблизительно одинаковую точность в областях влияния ударных волн (возникающих в результате градиентных катастроф внутри расчетной области), в то время как немонотонная схема Русанова имеет в этих областях существенно более высокую точность, несмотря на заметные нефизические осцилляции на ударных волнах. При этом комбинированная схема, получаемая путем совместного применения схем Русанова и SABARET монотонно локализует фронты ударных волн и сохраняет повышенную точность в областях их влияния.

23.05-01.49 **Обтекание тел запыленным газом при рассеянии отраженных частиц.** *Панфилов С.В., Романюк Д.А., Циркунов Ю.М. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 4, с. 64-80. Рус.

Рассмотрены обтекание плоской пластины конечной толщины в канале с большой дозвуковой скоростью и сверхзвуковое поперечное обтекание цилиндра двухфазным потоком газа с твердыми частицами. Передняя кромка пластины имеет форму клина или гладкое затупление постоянного радиуса. Поверхность клина и переднего затупления задается гладкой или шероховатой. Шероховатость моделируется двумерным профилем, который задается на основе эксперимента. Рассмотрены сферические частицы и смесь частиц в виде эллипсоидов вращения, прямоугольных призм, призм со срезанными вершинами и тетраэдров. Параметры каждой из форм варьируются. При определении поступательной и вращательной скоростей несферических частиц после отскока используется модель ударного взаимодействия, предложенная ранее и согласующаяся с экспериментальными данными по коэффициентам восстановления скорости центра масс. Наряду с монодисперсной примесью рассмотрена дисперсная фаза с разбросом частиц по размерам. На основе анализа численных результатов установлена роль исследованных факторов случайной природы на картину течения и параметры примеси.

Лучевая акустика

23.05-01.50 **Исследование точности локализации источника акустического излучения с помощью ком-**

бинированного приемника. *Калью В.А., Краснописцев Н.В., Лосев Г.И., Некрасов В.Н., Петрова В.В., Смирнов Д.А. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2023, № 3, с. 143-150. Рус.

Объект и цель научной работы. Процедура определения координат места повышенного излучения с помощью комбинированных приемников акустического давления и колебательной скорости, измеряющих направление вектора плотности потока акустической мощности. Цель — оценка точности получаемого результата измерения. Материалы и методы. Теоретические оценки точности результата, натурный эксперимент по определению координаты эталонного излучателя, помещенного в заданную точку. Основные результаты. Получены оценки погрешности определения координаты места повышенного излучения с учетом погрешности входных данных и неравноточности усредняемых результатов отдельных наблюдений. Показано, что фактическое отклонение результата определения координат места излучения от известного заданного значения не превосходит теоретических значений погрешности. Заключение. Результаты исследования показывают, что теоретические оценки погрешности определения координаты места повышенного излучения с помощью комбинированного приемника могут быть приняты в качестве приписанных характеристик точности метода, применяемого для решения данной задачи.

23.05-01.51 Экспериментальные исследования резонансных поглотителей звука с применением мелкомасштабной модели судна. *Бычков С.Н., Горшонков А.С., Егошин О.О., Костылев К.А., Салин М.В. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2023, № 3, с. 151-160. Рус.

Объектом исследования является система резонаторов Гельмгольца, встроенная в переборку мелкомасштабной модели судна. Цель — определение возможности и эффективности работы указанных резонаторов в качестве широкополосных шумопоглотителей. Материалы и методы. Измерение в акустическом бассейне усредненных уровней подводного шума, производимого мелкомасштабной моделью судна с установленным на ней источником, при использовании переборок с резонансными поглотителями, переборок традиционного типа (без поглотителей либо с минеральной ватой в качестве поглотителя) и без установки переборок. Основные результаты. Показана принципиальная возможность применения резонаторов Гельмгольца в качестве поглотителей шума и одновременно несущей конструкции судовых переборок. Заключение. Показано, что уровни подводного шума судна могут быть существенно снижены при помощи устройств, являющихся одновременно грузонесущими и конструктивными элементами. Подтверждена эффективность и перспективность использования резонаторов в указанном качестве, проведено сравнение таких шумопоглотителей с традиционными шумоизоляционными материалами.

См. также **23.05-01.42**, **23.05-01.43**

Рассеяние акустических волн

23.05-01.52 Диссипация энергии звуковой волны в акустическом пограничном слое границы "жидкость—твердое тело". *Пялов К.Н. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2023, № S1, с. 83-91. Рус.

нализ проводится на примере границы раздела «вода—сталь». Протекание диссипативных процессов в акустическом пограничном слое (АПС) сопровождается поглощением энергии звуковой волны, величина которого пропорциональна коэффициенту поглощения D . Показано, что с ростом частоты волны значения D увеличиваются. Диссипация энергии в АПС заметно проявляется при углах падения волны $\theta \geq \theta_{fr}$, где θ_{fr} — угол полного внутреннего отражения. При $\theta \geq \theta_{fr}$ величина D растет по мере увеличения θ и достигает максимума D_m . Замена воды любой неорганической жидкостью приводит к возрастанию коэффициента поглощения D в 2–4 раза. Величина тепловыделения в АПС зависит от соотношения физических параметров твердого металлического тела и контактирующей с его поверхностью жидкости.

Упругие волны в твердых телах

23.05-01.53 Точечный источник сдвиговых SV-волн с вертикальной поляризацией в твердом слое. *Лапин А.Д. Акустический журнал.* 2023, 69, № 4, с. 393-397. Рус.

Найдено поле SV-источника поперечных волн в твердом однородном слое со свободными границами. На этих границах, помимо поперечных волн, возникают и продольные волны. Полное поле в слое характеризуется скалярным и векторным потенциалами. Вследствие осевой симметрии этого поля векторный потенциал имеет только угловую компоненту. Интегральное представление потенциалов получено методом Фурье—Бесселя. На основе теории вычетов поле в слое представлено в виде суперпозиции цилиндрических мод Лэмба. Рассчитаны амплитуды этих мод.

Скорость и затухание акустических волн

23.05-01.54 Определение скорости и затухания акустической волны в жидкостях с различным акустическим импедансом с помощью акустического интерферометра. *Зайцев Б.Д., Бородина И.А., Теплых А.А., Семёнов А.П. Акустический журнал.* 2023, 69, № 4, с. 438-445. Рус.

Теоретически и экспериментально исследованы особенности применения акустического интерферометра для определения скорости и затухания акустической волны в жидкостях с различным акустическим импедансом. Впервые показано, что указанный импеданс определяет отношение резонансных величин максимума и минимума коэффициента прохождения S_{12} для одной и той же пары излучатель—приемник на зависимости коэффициента прохождения от расстояния между преобразователями. Разработана методика определения затухания жидкости, свободная от влияния «кажущегося» затухания, связанного с уходом части акустической мощности в преобразователи.

Стоячие волны, резонанс, нормальные моды

23.05-01.55 Численное моделирование течения газодисперсного потока в камере вихре-акустического диспергатора. *Корнев А.В., Войчук И.П., Перельгин Д.Н. Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях. Материалы Международной научно-практической конференции. Белгород, 21–22 сентября 2017 г.* Белгород: Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. 2017, с. 127-131. Рус.

Альтернативой экспериментальным и аналитическим исследованиям сложных технических систем является численное моделирование. Такое моделирование дает возможность исследовать влияние различных конструктивных изменений довольно экономичными средствами. В работе исследовалось влияние расположения генераторов акустических волн на движение газового потока в камере вихре-акустического диспергатора.

Излучение источников, импеданс, картины полей

23.05-01.56 Влияние параметров кавитатора и сопла на эффективность работы генератора импульсных струй. *Очеретянский С.А., Прокофьев В.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 10-24. Рус.

Для создания генератора периодических импульсных струй используется режим кавитационных автоколебаний в гидравлической системе, содержащей вентилируемую каверну с отрицательным числом кавитации. Исследовано влияние параметров кавитатора и выходного сопла генератора на интенсивность ударного воздействия истекающей жидкости на экран, расположенный перпендикулярно направлению истечения струй. Получено, что увеличение длины сопла может значительно увеличить эффективность генератора, а плавное сужение канала перед кавитатором может способствовать увеличению рабочего диапазона генератора в сторону больших поддувов газа. Пока-

зано, что имеет место масштабный эффект — с ростом давления напора жидкости относительная интенсивность автоколебаний падает, однако имеет тенденцию к выходу на горизонтальную асимптоту.

23.05-01.57 Способы контроля колебательной скорости излучающей поверхности стержневого преобразователя. *Барсукова А.А., Ступак О.В. Гидроакустика. 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.*

Рассмотрены способы определения колебательной скорости излучающей поверхности стержневого преобразователя путем измерения электрических сигналов с работающей в режиме приема выделенной части активного элемента, а также измерения динамической составляющей потребляемого преобразователем тока. Точность определения колебательной скорости этими методами составляет 20% по амплитуде и 20° по фазе. Ключевые слова: стержневой преобразователь, колебательная скорость излучающей поверхности, систематические и случайные ошибки.

23.05-01.58 Влияние объемного сжатия на прочность пьезокерамических преобразователей. *Кириллов В.И., Кулебакин А.И. Гидроакустика. 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.*

Рассматривается вопрос о прочности пьезокерамических излучателей в среде с высоким гидростатическим давлением. Показано, что объемное сжатие от гидростатического давления в преобразователях компенсированной конструкции повышает их несущую способность, снижает уровень растягивающих напряжений. Ключевые слова: гидростатическое давление, несущая способность, долговечность.

Численные методы, компьютерное моделирование

23.05-01.59 Численный анализ многократного рассеяния акустической волны на множестве звукопроницаемых сфер в трехмерном пространстве. *Насибуллэва Э.Ш. Вычислительная механика сплошных сред. 2022, 15, № 4, с. 383-398. Рус.*

При изучении рассеяния акустической волны на множестве сферических препятствий малых размеров одной из важнейших задач является определение основных характеристик этого явления, в том числе полного сечения рассеяния. Знание характеристик позволяет наиболее полно интерпретировать численные результаты, получаемые при исследовании эффектов многократного рассеяния волны на малых препятствиях. Обзор научной литературы показал, что на сегодняшний день все теоретические и численные изыскания посвящены системам, состоящим из одного/двух рассеивателей или ограничены некоторыми предельными случаями, сводящими задачу рассеяния на множестве сфер к рассеянию на одиночной двухфазной области, или не рассматривающими обратное рассеяние между соседними рассеивателями, что не дает возможности в полной мере учитывать влияние сферических препятствий друг на друга. Основными целями настоящей работы являются вывод явной формулы для полного сечения рассеяния на множестве взаимодействующих звукопроницаемых сфер и проведение на ее основе численного анализа многократного рассеяния на системах сфер, находящихся в так называемых базовых конфигурациях. С помощью теорем сложения для сферических волновых функций такая формула получена. Она применима для любого числа сфер различных радиусов, свободно расположенных в трехмерном пространстве при наличии произвольного внешнего звукового поля. Вычислительные эксперименты выполнены при воздействии сферической волны от монополярного источника излучения на системы: из пары сфер, расположенных на одинаковом расстоянии от монополярного источника излучения; из трех сфер, расположенных в четырех базовых конфигурациях; с плоской равномерной конфигурацией из 11×11 сфер одинакового радиуса. В результате исследования полного сечения рассеяния с учетом и без учета взаимовлияния сфер, и при изменении основных параметров системы (плотности и скорости звука вокруг и внутри сфер, частоты внешнего поля,

расстояния между центрами сфер, расположения сфер относительно друг друга) удалось выявить параметрическую область, в которой эффектами многократного рассеяния пренебрегать нельзя.

23.05-01.60 Синхронные колебания двух пластин в вязкой несжимаемой жидкости. *Камалутдинов А.М., Нуриев А.Н., Жучкова О.С., Зайцева О.Н. Вычислительная механика сплошных сред. 2022, 15, № 4, с. 429-437. Рус.*

Рассматриваются синхронные колебания двух длинных тонких пластин в тандемной компоновке, находящихся в вязкой несжимаемой жидкости. Изучается гидродинамическое воздействие на пластины со стороны жидкости. Для моделирования течений, индуцированных колебаниями пластин, решается полная нестационарная система уравнений Навье—Стокса. При этом пластины считаются абсолютно жесткими, а течение жидкости полагается двумерным. Решение задачи осуществляется в подвижной системе координат, жестко связанной с пластинами. Численная модель строится в свободном программном пакете OpenFOAM на основе метода конечных объемов. Для анализа гидродинамического воздействия на пластины используется приближение Морисона, согласно которому гидродинамические силы представляются в виде суммы сил сопротивления и инерции. Проводится изучение изменения коэффициентов сопротивления и инерции в зависимости от расстояния между пластинами при разных значениях безразмерной амплитуды колебаний. Результаты исследования показывают, что, варьируя расстояние между пластинами, можно управлять структурой режимов обтекания,кратно изменяя гидродинамическое воздействие на конструкцию. Наиболее сильное влияние величина расстояния оказывает на силы сопротивления в диапазоне малых и умеренных амплитуд колебания. Удаляя пластины друг от друга, можно достичь эффекта изолированного поведения для каждой из них и, по сравнению с гидродинамическим сопротивлением одной пластины, двукратно повысить гидродинамическое сопротивление конструкции. При приближении пластин друг к другу, как выявлено в настоящем исследовании, в зазоре формируется застойная зона, что позволяет трёхкратно снизить сопротивление конструкции (по сравнению с гидродинамическим сопротивлением одной пластины).

23.05-01.61 Численное исследование влияния структуры системы трещин на фильтрацию жидкости в поропругой среде. *Легостаев Д.Ю., Родионов С.П. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 93-107. Рус.*

Рассматривается двумерная однофазная фильтрация слабо-сжимаемой жидкости в деформируемой трещиновато-пористой среде. Для совместного моделирования процессов фильтрации и связанного с ними изменения напряженно-деформированного состояния среды использована модель поропругой среды, моделирование трещиноватости выполнено с помощью модели дискретных трещин. Трещины в рассматриваемой области имели случайное положение и ориентацию, распределение трещин по длинам подчинялось степенному закону. Исследовалась зависимость фильтрационных свойств трещиновато-пористой среды от ее напряженно-деформированного состояния и структуры системы трещин. Численное исследование выполнено для вариантов систем трещин, полученных путем множественной случайной генерации. Установлено, что фильтрационные свойства трещиновато-пористой среды определяются главным образом структурой системы трещин, характеризующейся параметром перколяции. Показано, что существенное влияние напряженно-деформированного состояния среды на ее фильтрационные свойства наблюдается для только связанных систем трещин. Предложена формула для аппроксимации зависимости эквивалентной проницаемости трещиновато-пористой среды от параметров характеризующих связность системы трещин, напряженно-деформированное состояние среды, деформационные и фильтрационные свойства трещин.

23.05-01.62 Численное моделирование сверхзвукового потока с областью тепловыделения продольно-поперечным разрядом. *Корнев К.Н., Логунов А.А., Шибков В.М. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 137-145. Рус.*

Проведено численное моделирование сверхзвукового стационарного воздушного потока внутри расширяющегося аэродинамического канала с прямоугольным сечением — лабораторной модели прямоточного воздушно-реактивного двигателя. С помощью экспериментальных данных была проведена валидация аэродинамической модели в случае отсутствия зоны объемного тепловыделения. После валидации модели было проведено численное моделирование сверхзвукового потока с включенной зоной объемного тепловыделения. Получены трехмерные распределения скорости, температуры и давления в сверхзвуковом стационарном воздушном потоке. Показано, что при объемной плотности тепловой мощности источника эквивалентной средней общей мощности разряда $W=10$ кВт разряд нагревает газ до температуры $T=1700\text{--}4200$ К, что приводит к ускорению потока без его теплового заклинивания. При плотностной мощности источника эквивалентной средней общей мощности разряда $W=20$ кВт газ нагревается сильнее до 6700 К, но начинается локальное тепловое заклинивание потока.

23.05-01.63 Численное моделирование формирования и движения турбулентных вихревых облаков. Засимова М.А., Рус В.В., Иванов Н.Г. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 5, с. 57-69. Рус.

Представлены результаты численного моделирования формирования и движения турбулентных вихревых облаков, возникающих в результате выдува импульсных струй с различными начальными скоростями и длительностью. Принята модель осесимметричного турбулентного течения, описываемого нестационарными уравнениями Рейнольдса. Показано, что независимо от начальных условий через один и тот же промежуток безразмерного времени от момента начала истечения струи возникает вихревое облако, которое имеет форму, близкую к сферической. Наведенное вихрем течение в остальном пространстве близко к потенциальному. Установлено, что профили скорости в вихрях в осевом и поперечном направлениях близки к автомодельным и схожи для различных условий истечения импульсных струй. Приведены и проанализированы зависимости от времени геометрических и кинематических характеристик вихревых облаков: положения центра облака (точки с максимальной скоростью) и радиуса сферы, эквивалентной по объему вихревому облаку, а также максимальной и средней скоростей. Для исследованных условий истечения струй характеристики вихревых облаков оказываются сходными.

23.05-01.64 Тесты для валидационных задач аномальной интенсификации отрывного течения и теплообмена на структурированных поверхностях с экстраординарными перепадами давления. Исаев С.А., Судачков А.Г., Никущенко Д.В., Усачов А.Е., Зубин М.А., Синявин А.А., Чулюнин А.Ю., Дубко Е.Б. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 5, с. 70-81. Рус.

Представляются новые тесты для пакетов прикладных программ и моделей турбулентности для валидационных задач высокоинтенсивных вихревых течений около структурированных энергоэффективных поверхностей. Идея тестирования основывается на открытии аномальной интенсификации отрывных течений и теплообмена в наклонных канавках на пластинах и стенках каналов. В канавках за счет экстраординарных перепадов давления, подтвержденных экспериментами, генерируются закрученные потоки с высокими скоростями возвратного и вторичного течения, сопоставимыми со скоростью внешнего потока. Также внутри канавок формируются высокоградиентные зоны с трением и теплоотдачей, многократно (от 1.5—2 до 7—9 раз) превосходящих трение и теплоотдачу на плоской стенке. В качестве примера проходит тестирование пакет VP2/3, разработанный на основе оригинальных многоблочных вычислительных технологий и использующий разномасштабные пересекающиеся сетки. Сравнение численных прогнозов с экспериментальными М.А. Зубина подтвердило высокие перепады статического давления между зоной торможения на наветренном склоне наклонной канавки и областью отрицательного давления в месте генерации торнадоподобного потока на входном сферическом сегменте, а также продемонстрировало приемлемость RANS-подхода для прогнозирования характеристик высокоинтенсивных закрученных потоков.

23.05-01.65 Возбуждение акустических мод гармо-

никами тона отверстия в струйном осцилляторе Гельмгольца. Абдрашитов А.А., Марфин Е.А. Акустический журнал. 2023. 69, № 4, с. 430-437. Рус.

Проведено экспериментальное исследование возбуждения периодических колебаний давления в модели струйного осциллятора Гельмгольца с цилиндрической камерой при натекании круглой струи воздуха на острую кромку выходного отверстия. Исследовалась эволюция амплитудно-частотного спектра тона отверстия от его возникновения при скорости струи около 2 м/с до возбуждения первой моды акустического резонанса на частоте Гельмгольца. Тон отверстия представлял собой семейство гармоник, последовательно усложняющееся по мере увеличения длины и скорости струи. Изучено последовательное возникновение семейства акустических мод на гармониках струйного тона при дальнейшем увеличении скорости струи. Моды на частоте Гельмгольца возникали поочередно на гармониках тона отверстия в полосе усиления резонатора, начиная с наивысшей гармоники. Первая мода возникала на наивысшей гармонике, вторая мода возникала на предыдущей гармонике и т.д. Завершающая мода возникала на основной гармонике тона отверстия и имела максимальную амплитуду. При дальнейшем увеличении числа Рейнольдса периодические колебания давления переходили в неупорядоченные турбулентные пульсации. При достаточном размере камеры и скорости струи на наивысшей гармонике тона отверстия возник азимутальный и полуволновой резонансы. Наибольшее число Рейнольдса, при котором наблюдался резонанс на частоте Гельмгольца, составляло 10^5 .

См. также **23.05-01.44, 23.05-01.49, 23.05-01.55, 23.05-01.176**

Методы измерений и инструменты

23.05-01.66 Исследование возбуждения колебаний в объектах миллиметрового масштаба. Ванюшин М.В., Зинин П.В., Носов П.А. Физические основы приборостроения. 2022. 11, № 4, с. 30-37. Рус.

Описаны лабораторные стенды возбуждения и наблюдения колебаний объектов миллиметрового масштаба, отличающиеся схемами наблюдения. Экспериментальные исследования были проведены с воздушным пузырьком в воде, в подсолнечном масле и 5% уксусе и с каплей воды в подсолнечном масле. Выбрана математическая модель для описания процессов распространения акустических волн внутри образца и проведено сравнение теоретических и практических результатов. Были получены резонансные частоты колебаний объектов для математической модели и лабораторных установок. Указанные стенды могут быть применены для исследования биологических объектов.

См. также **23.05-01.54**

Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

23.05-01.67 Моделирование радиальных колебаний подпружиненного вала вальц-пресса. Чижик С.А., Волчек О.М., Прушак В.Я. Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2021. 65, № 6, с. 742-748. Рус.

Выполнено моделирование колебаний подпружиненного вала вальц-пресса при взаимодействии прессуемого порошка с вальцами. С учетом выделения в области контакта вала с прессуемым материалом зон подачи и прессования, получена зависимость силы, действующей на валок, от величины зазора между вальцами. Показано, что эта зависимость имеет нелинейный характер, причем в рабочем диапазоне с достаточно высокой степенью точности может быть описана степенной функцией с отрицательным показателем степени. Приведено численное решение уравнения свободных нелинейных колебаний подпружиненного вала, которое продемонстрировало, что учет деформирования сжимаемого материала приводит к снижению частот собственных колебаний системы на 20—25% по сравнению со случаем, при котором сила давления порошка на валок

принимается не зависящей от величины зазора. Нелинейность зависимости силы давления от зазора приводит также к увеличению на 10% расчетных значений максимальных смещений. Разработанный подход к расчету колебаний подрессоренного валька вальц-пресса позволяет учесть особенности деформирования пресуемого порошка при его взаимодействии с вальцами, а также позволяет, наряду с оценкой частот и амплитуд колебаний, установить оптимальный диапазон значений коэффициента жесткости пружины, при котором появление резонанса в машине будет невозможно.

23.05-01.68 О подавлении колебаний балочных мостов поездом как инерционным демпфером. *Поляков В.Ю., Саурин В.В. Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.* 2023, № 6, с. 89-97. Рус.

Рассматривается проблема недопущения резонанса в мостовых балках от периодического воздействия подвижного состава. Резонансные колебания балок становятся реальностью при высоких скоростях движения, когда поезд сформирован из одинаковых вагонов. Явление подавления колебаний балок поездом возможно лишь при точном соотношении длины вагона и балки, что значительно сокращает набор необходимых длин балок. Кроме того, рассмотрение вопросов взаимодействия поезда и моста в целях безопасности требует привлечения достаточно сложного и громоздкого математического аппарата и соответствующего программного обеспечения. В статье предлагается новый метод ограничения колебаний балок, пригодный для любых пролетов и доступный для инженеров на этапе предпроектного назначения динамических параметров балок.

23.05-01.69 Диагностика токарной обработки металлов резанием посредством анализа вибрационных параметров. *Артамонов Е.В., Васильев Д.В., Воронин В.В. Известия Юго-Западного государственного ун-та.* 2018, № 1, с. 18-28. Рус.

Работа посвящена доказательству, что вибрация державки режущего инструмента несет в себе информацию о текущей силе резания и виде сходящей стружки, а спектральный анализ виброускорения позволит извлечь данную информацию в полном объеме, что имеет потенциал для проведения оперативной диагностики режима резания и позволит, путем динамического корректирования параметров, соблюдать условия наилучшей обрабатываемости. Информация о виде стружки позволяет оценить температуру резания, как определяющий фактор стружкообразования, которую весьма проблематично измерить напрямую с достаточной точностью. Методы. В работе логически обосновывается научное предположение о возможности оперативной диагностики процесса токарной обработки с помощью анализа спектра виброускорения державки режущего инструмента. Для подтверждения состоятельности предположения проведен натурный эксперимент. Предположение об изменении спектра следует из анализа причин, влияющих на величину проекций силы резания, а именно, вертикальной составляющей. Величина этой проекции определяется давлением стружки на переднюю поверхность реза. Результаты. Проведена серия экспериментов по регистрации изменений спектрального состава вибрации режущего инструмента. Было доказано, что вибрация действительно несет информацию об основных параметрах процесса резания, то есть при изменении вида стружки качественно меняется состав спектра виброускорения. Адекватность полученных временных сигналов вертикальной составляющей виброускорения подтверждается их точным сходством с зависимостями вертикальной составляющей силы резания, поскольку эти характеристики связаны как причина и следствие. Заключение. Спектральный анализ вибрации может стать основой оперативной диагностики токарной обработки металлов и лечь в основу Адаптивной системы управления режимами резания в станках с числовым программным управлением.

23.05-01.70 Управление собственными частотами колебаний пологих оболочек с помощью проволочных актуаторов. *Каменских А.О., Лекомцев С.В., Матвеев В.П. Вычислительная механика сплошных сред.* 2022, № 4, с. 418-428. Рус.

Пологие оболочки находят широкое применение в авиацион-

ной и аэрокосмической промышленности. В этих отраслях проблема контролируемого изменения собственных частот колебаний конструкции не теряет своей актуальности и на сегодняшний день. Использование с этой целью механических актуаторов на основе проволок из сплава с памятью формы выглядит перспективным ввиду их компактности и способности развивать значительные усилия. В данной работе численно исследуется возможность управления собственными частотами колебаний сегмента пологой цилиндрической оболочки с помощью таких устройств. Деформации в оболочке определяются нелинейными соотношениями с учетом гипотез теории Рейсснера—Миндлина, которые затем линеаризуются относительно состояния с малым отклонением от положения начального равновесия, вызванным сокращением длины проволок. Для снижения вычислительных затрат эффект памяти формы напрямую не моделируется. Вместо этого задается эквивалентная деформация проволок на некоторую величину. Математическая постановка задачи динамики базируется на вариационном принципе возможных перемещений, учитывающем предварительное напряженное состояние. Положение проволок по окружной координате и их начальная деформация (укорачивание) находятся для каждой частоты (формы) колебаний в отдельности из решения задачи оптимизации с ограничениями. При отыскании значений целевой функции используются возможности программного обеспечения ANSYS Mechanical APDL, в котором методом конечных элементов вычисляются собственные частоты колебаний рассматриваемой конструкции. Достоверность полученных результатов подтверждается путем сопоставления с представленными в литературе данными для круговой цилиндрической оболочки, нагруженной внутренним давлением. Проведенная серия расчетов показала, что сокращение длины проволок приводит не только к изменению собственных частот колебаний в большую и меньшую стороны, но и качественно влияет на соответствующие им формы и порядок их следования в спектре. Также установлено, что увеличение выпуклости оболочки (подъем относительно плоскости) снижает эффективность работы проволочных актуаторов.

23.05-01.71 Исследование собственных частот колебаний цилиндров для создания безрезонансных конструкций БРЭС. *Фролов С.И., Данилова Е.А., Тяньков Г.В., Кочегаров И.И. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2021, № 1, с. 171-177. Рус.

Проведены исследования по созданию безрезонансных в заданном диапазоне частот вибрации цилиндрических конструкций бортовых радиоэлектронных средств (БРЭС). Выполнены численные решения тестовых задач с использованием комплекса программ ANSYS, сделаны выводы и даны рекомендации по повышению жесткости тонкостенных цилиндрических конструкций БРЭС с использованием внутренних кольцевых ребер.

23.05-01.72 Моделирование сплошных и имеющих отверстия и включения неоднородных предварительно напряженных пластин. *Богачев И.В., Недин Р.Д. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика.* 2023, № 3, с. 5-14. Рус.

Предложена модель планарных колебаний неоднородных предварительно напряженных пластин, как сплошных, так и имеющих набор отверстий и включений из других материалов. Свойства пластин и компоненты тензора предварительных напряжений (ПН) в рассмотренной плоской постановке считались функциями двух координат. Для формулировки краевых задач об установившихся планарных колебаниях пластин использована общая линеаризованная постановка задачи о колебаниях тела в условиях предварительного напряженно-деформированного состояния. Разработанная модель колебаний дает возможность задания произвольного типа предварительного состояния в пластине: как в виде аналитических зависимостей, так и численно — с помощью решения соответствующей задачи статики, в которой предварительные напряжения возникают в результате приложения некоторой начальной нагрузки. Для реализации конечно-элементного (КЭ) подхода к решению задач сформулирована слабая постановка задачи на основе проектирования исходных уравнений на поле возможных перемещений, удовлетворяющее главным граничным усло-

виям. Для увеличения точности расчетов для пластин с отверстиями и включениями в этих областях использовалось локальное сгущение КЭ-сеток. Разработанный подход для расчета колебаний пластин реализован в виде программного комплекса в КЭ-пакете FreeFem++. Предложена методика оценки влияния ПН на динамические характеристики при различных видах нагрузок, с использованием которой был проведен комплексный анализ по выявлению наиболее чувствительных к изменению ПН-режимов зондирования, частотных диапазонов и областей считывания отклика для каждой из пластин. Полученные в процессе анализа результаты были систематизированы и обобщены, и был дан ряд практических рекомендаций по выбору режимов зондирования для каждого вида пластин, с помощью которых могут быть построены наиболее эффективные схемы идентификации трех компонент ПН.

23.05-01.73 Нестационарные термоупругодиффузионные колебания балки Бернулли—Эйлера под действием распределенной поперечной нагрузки. Земсков А.В., Ле В.Х. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика.* 2023, № 3, с. 63-74. Рус.

Рассматривается задача о нестационарных колебаниях балки Бернулли—Эйлера с учетом релаксации температурных и диффузионных процессов. Исходная математическая модель включает в себя систему уравнений нестационарных изгибных колебаний балки с учетом тепломассообмена, которая получена из общей модели термомеханодиффузии для сплошных сред с помощью обобщенного принципа Даламбера. На основе полученных уравнений сформулирована постановка начально-краевой задачи об изгибе шарнирно-опертой ортотропной балки, находящейся под действием распределенных по поверхности термоупругодиффузионных возмущений. Решения задачи о нестационарных термоупругодиффузионных колебаниях балки ищется в интегральной форме. Ядрами интегральных представлений являются функции Грина, для нахождения которых используются разложения в тригонометрические ряды Фурье и преобразование Лапласа по времени. Трансформанты функций Грина представлены через рациональные функции параметра преобразования Лапласа. Переход в пространство оригиналов осуществляется аналитически с помощью вычетов и таблиц операционного исчисления. Получены аналитические выражения для функций Грина рассматриваемой задачи. На примере шарнирно-опертой трехкомпонентной балки, выполненной из сплава цинка, меди и алюминия, находящейся под действием распределенной по длине механической нагрузки, исследовано взаимодействие механического, температурного и диффузионного полей. Проанализировано влияние релаксационных эффектов на кинетику тепломассообмена. Решение представлено в аналитической форме и в виде графиков зависимости искомых полей перемещения, приращений температуры и приращений концентрации компоненты среды от времени и координат. В заключение приведены основные выводы о влиянии связанности полей и релаксационных эффектов на напряженно-деформированное состояние и тепломассообмен в изгибаемой балке.

23.05-01.74 Собственные колебания и гидроупругая устойчивость пластины с пьезоэлементом, подключённым к внешней R-L-цепи. Леконцев С.В., Матвеевко В.П., Сенчи А.Н. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика.* 2023, № 3, с. 86-96. Рус.

Исследована возможность пассивного демпфирования гармонических колебаний и управления границей устойчивости пластины, взаимодействующей с текущей жидкостью. Механизм основан на шунтировании закреплённого на поверхности конструкции пьезоэлемента внешней электрической цепью. Подбор параметров такой цепи, обеспечивающих наибольшую скорость затухания колебаний или максимальное изменение критической скорости потока жидкости, осуществлён путём решения серии задач на собственные значения. Приведено две математических постановки. Первая из них основана на трёхмерных уравнениях линейной теории пьезоупругости, а вторая представляет упрощение данных уравнений с целью их совместного применения с теорией тонких пластин. Динамика иде-

альной жидкости в обоих случаях описана волновым уравнением, сформулированным относительно потенциала возмущения скорости. Совместно с условием непроницаемости, а также граничными условиями оно преобразовано к слабой форме. Гидродинамическое давление вычислено по линеаризованной формуле Бернулли. Выполнена верификация разработанных конечно-элементных алгоритмов и проведено сравнение их вычислительной эффективности. Проанализировано изменение комплексных собственных значений электромеханической системы в зависимости от сопротивления и индуктивности последовательной электрической цепи, подключённой к пьезоэлементу. Из решения задачи оптимизации подобраны такие их величины, которые обеспечивают наилучшее демпфирование резонансных колебаний прямоугольной пластины, взаимодействующей с текущей жидкостью. Проведённые численные исследования показали, что использование данных значений приводит к меньшему изменению спектра частот исходной системы и обеспечивает более высокую скорость затухания колебаний, чем известные аналитические выражения. Рассмотрены два варианта граничных условий, задаваемых на краях конструкции. Продемонстрировано, что с помощью пассивной электрической цепи нельзя повлиять на потерю устойчивости в виде дивергенции, но можно изменить критическую скорость флаттера в пределах нескольких процентов.

23.05-01.75 Динамическое гашение колебаний твёрдого тела, установленного на вязкоупругих опорах. Сафаров И.И., Тешаев М.Х. *Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика.* 2023, 31, № 1, с. 63-74. Рус.

Рассматривается задача о снижении уровня вибраций на лапах электрических машин с помощью динамических гасителей колебаний. Для этого лапа электрических машин представляется в виде подамортизированного твёрдого тела с шестью степенями свободы, установленного на вязкоупругих опорах. Как известно, суть метода динамического гашения колебаний заключается в том, чтобы за счет присоединения к объекту виброзащиты дополнительных устройств (массы) добиться изменения его вибрационных характеристик. Целью работы является разработка алгоритмов и комплекса программ для исследования динамических характеристик механических систем с конечным числом степеней свободы. Методы. Для достижения цели реальная электрическая машина заменена моделью твёрдого тела на амортизаторах, имеющего шесть степеней свободы. С помощью принципа Даламбера выведены уравнения малых колебаний твёрдого тела с гасителями. Для практических расчетов получена упрощённая система уравнений, учитывающая только три степени свободы. Результаты. Проведены численные расчеты на ЭВМ для определения амплитудно-частотных характеристик основного тела. Установлено, что когда гаситель настроен на частоту 50 Гц, уровень вибраций на левом конце интервала частоты вращательного движения ротора-преобразователя снижается до 37.5 дБ, а на правом конце — до 42.5 дБ. На частоте 50 Гц лапы не колеблются. При настройке гасителей на частоту 51.5 Гц максимальный уровень вибраций не превосходит 40 дБ. Оптимальная настройка гасителей находится в пределах частоты 50.60—50.70 Гц, и двухмассовый гаситель на 10—15% эффективнее одномассового.

23.05-01.76 Моделирование амплитуды поперечных колебаний стержневой системы при ударе падающего груза с учетом деформации в области контакта. Битурин А.А. *Прикл. мат. и мех.* 2023, 87, № 4, с. 649-660. Рус.

Рассматривается колебательный процесс стержневой системы произвольной формы при ударном взаимодействии с падающим грузом. Система может состоять из большого числа стержней, соединённых между собой жестко или шарнирно, причем нанесение удара предполагается по одному из стержневых элементов, вызывая, таким образом, сложный колебательный процесс. В качестве примера моделируются колебания жестко заделанной статически неопределимой плоской двухстоечной рамы, испытывающей падение груза заданной массы и предударной скорости. Одна из вертикальных стоек рамы имеет начальную кривизну, наличие которой влияет на максимальную амплитуду возникающих при ударе поперечных колебаний. Удар груза о ригель рамы моделируется при учете деформации в области контакта, что оправдано с точки зрения точности проводимых

расчетов, поскольку в противном случае величина ударной силы окажется завышенной. При моделировании ударного взаимодействия груза и рассматриваемой стержневой системы принимается, что падающий груз имеет форму цилиндра с определенной длиной образующей. Используется линеаризация зависимости между усилием и деформацией цилиндрических поверхностей. Предлагаемая методика моделирования амплитуды поперечных колебаний дает возможность дальнейшего исследования характеристик колебательного процесса в зависимости от массы падающего груза и его предударной скорости, а также от конфигурации стержневой системы. Подчеркивается актуальность работы для расчетов элементов конструкций самого различного назначения, испытывающих ударное воздействие, поскольку представленная модель может быть использована для инженерных расчетов широкого класса стержневых систем.

23.05-01.77 Обратные задачи для уравнения колебаний консольной балки по отысканию источника. Фадева О.В. Прикл. мат. и мех. 2023. 87, № 4, с. 661-669. Рус.

Для уравнения колебания балки изучаются обратные задачи по отысканию правой части, т.е. источника колебаний. Решения задач методами спектрального анализа и интегральных уравнений Вольтерра построены в явном виде как суммы рядов и доказаны соответствующие теоремы единственности и существования. При обосновании существования решения обратной задачи по определению сомножителя правой части, зависящей от пространственной координаты, возникает проблема малых знаменателей. В связи с этим установлены оценки знаменателей, гарантирующие их отделенность от нуля, с указанием соответствующей асимптотики. На основании этих оценок обоснована сходимости рядов в классе регулярных решений уравнения колебаний балки.

23.05-01.78 Диагностика токарной обработки металлов резанием посредством анализа вибрационных параметров. Артамонов Е.В., Васильев Д.В., Воронин В.В. Известия Юго-Западного государственного ун-та. 2020. 24, № 4, с. 18-28. Рус.

Работа посвящена доказательству, что вибрация державки режущего инструмента несет в себе информацию о текущей силе резания и виде сходящей стружки, а спектральный анализ виброускорения позволит извлечь данную информацию в полном объеме, что имеет потенциал для проведения оперативной диагностики режима резания и позволит, путем динамического корректирования параметров, соблюдать условия наилучшей обрабатываемости. Информация о виде стружки позволяет оценить температуру резания, как определяющий фактор стружкообразования, которую весьма проблематично измерить напрямую с достаточной точностью. Методы. В работе логически обосновывается научное предположение о возможности оперативной диагностики процесса токарной обработки с помощью анализа спектра виброускорения державки режущего инструмента. Для подтверждения состоятельности предположения проведен натурный эксперимент. Предположение об изменении спектра следует из анализа причин, влияющих на величину проекций силы резания, а именно, вертикальной составляющей. Величина этой проекции определяется давлением стружки на переднюю поверхность резца. Результаты. Проведена серия экспериментов по регистрации изменений спектрального состава вибрации режущего инструмента. Было доказано, что вибрация действительно несет информацию об основных параметрах процесса резания, то есть при изменении вида стружки качественно меняется состав спектра виброускорения. Адекватность полученных временных сигналов вертикальной составляющей виброускорения подтверждается их точным сходством с зависимостями вертикальной составляющей силы резания, поскольку эти характеристики связаны как причина и следствие. Заключение. Спектральный анализ вибрации может стать основой оперативной диагностики токарной обработки металлов и лечь в основу Адаптивной системы управления режимами резания в станках с числовым программным управлением.

23.05-01.79 Акустико-вихревой механизм возбуждения вибраций элементов конструкции каретки при трековых испытаниях изделий авиационной техники.

Астахов С.А., Бирюков В.И., Тимущев С.Ф. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического ун-та. Аэрокосмическая техника. 2023, № 73, с. 74-87. Рус.

Тенденцией последнего времени в России и за рубежом является разработка высокоскоростных летательных аппаратов баллистического типа со скоростью, превышающей 4 М. Одним из наименее затратных методов, подтверждающим работоспособность и эффективность применения новых изделий авиационной техники, являются трековые испытания. Высокоскоростные полигонные испытания в России проводятся на экспериментальной установке «Ракетный рельсовый трек 3500», размещенной на территории Государственного казенного научно-испытательного полигона авиационных систем имени Л.К. Сафронова. Экспериментальная установка состоит из рельсового пути, размещенного на специальном основании, обеспечивающем необходимый вертикальный профиль пути с участками подъема и снижения, а также достаточную жесткую связь рельса с бетонным основанием. На рельсовые направляющие устанавливается подвижная трековая каретка со скользящими по рельсам опорами (башмаками) и жестко связанными с ней ракетными двигателями твердого топлива. Тяга стартовых ракетных двигателей обеспечивает необходимое ускорение для достижения максимальных значений требуемой скорости испытания. Опоры скольжения ракетной каретки охватывают головку рельсов. К носовой части ракетных двигателей при моно-рельсовых испытаниях через фланцевый кронштейн консольно присоединяется объект испытания цилиндрической формы с коническим обтекателем. В узлах крепления размещаются элементы автоматики, предназначенной для разделения ступеней во время испытания. Между кронштейнами стыковки ступеней ускорителей, а также узлами крепления консольно размещенного объекта испытания образуются полукрытые полости, обтекаемые сначала дозвуковым, а в дальнейшем сверхзвуковым воздушным потоком. Трековые высокоскоростные испытания объектов спецтехники сопровождаются интенсивной вибрацией и ударными нагружениями конструкции. Анализ и выявление механизмов, оказывающих существенное влияние на вибрационный процесс элементов конструкции, находящихся в упруго-деформированном состоянии, и потери устойчивости ускоренного движения ракетной каретки, является актуальной практически значимой задачей. В статье выполнен аналитический обзор работ по проблеме акустических и вихревых взаимодействий в полукрытых полостях конструкции, обтекаемых воздушным потоком с дозвуковой и сверхзвуковой скоростью, и усилением пульсаций давления и вибраций элементов конструкции вследствие этого физического механизма. Приведены математические модели акустико-вихревых взаимодействий с целью оценки частот усиления колебаний в условиях применения реальной конструкции при трековых испытаниях изделий авиационной техники. Ключевые слова: трековые испытания, ракетная каретка, сверхзвуковой поток, полукрытая полость, стохастическая вибрация, собственная частота, вихревая мода, неустойчивость, слой смещения, акустико-вихревой резонанс, декомпозиция.

23.05-01.80 Собственные колебания упругой полуполосы при различном расположении участков фиксации ее краев. Назаров С.А. Акустический журнал. 2023. 69, № 4, с. 398-409. Рус.

Исследуются частоты собственных колебаний и захваченные волны в изотропной и однородной упругой полуполосе. При разных конфигурациях зон жесткого заземления и свободного края получена информация об отсутствии или наличии собственных частот ниже, а в некоторых случаях и выше точки отсечки непрерывного спектра. Выведены оценки кратности дискретного спектра и построены разнообразные асимптотические представления захваченных волн и их частот.

23.05-01.81 Прогнозирование работоспособности и надежности эндопротеза коленного сустава методом математического компьютерного моделирования. Мамонов А.М., Преображенский Е.В., Нейман А.В., Поляков О.А., Агаркова Е.О. Деформация и разрушение материалов. 2023, № 8, с. 24-30. Рус.

Выполнено моделирование методом конечных элементов

напряженно-деформированного состояния и проанализировано механическое поведение биотехнической системы бедренная кость—эндопротез коленного сустава. Металлические компоненты эндопротеза выполнены из титанового сплава ВТ6, плато большеберцового компонента — из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Рассчитаны напряжения в костных структурах и наиболее нагруженных компонентах эндопротеза при функциональной нагрузке 3300 Н. Установлена высокая степень подобия биомеханического поведения биотехнической системы (с эндопротезом) поведению здоровой бедренной кости. Показано, что напряжения и деформации всех компонентов биотехнической системы не превышают критических значений. Результаты расчетов позволили прогнозировать работоспособность и надежность компонентов эндопротеза при статических и циклических нагрузках, износостойкость узла подвижности и надежность цементной мантрии. Ключевые слова: эндопротез коленного сустава, математическое моделирование, метод конечных элементов, напряженно-деформированное состояние, надежность.

23.05-01.82 Свободные колебания ортотропной конической оболочки. *Алгазин С.Д., Селиванов И.А.* Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2022, № 5, с. 39-44. Рус.

Рассматриваются свободные колебания ортотропной конической оболочки конечной длины. Это задача 1980—1990 гг. Большинство задач механики деформируемого твердого тела описывается уравнениями эллиптического типа, которые имеют гладкие решения, в связи с чем, актуальна разработка алгоритмов, учитывающих эту гладкость. Приведен современный алгоритм без насыщения, рассмотрены конкретные расчеты, которые показывают его высокую эффективность.

23.05-01.83 О сейсмических колебаниях полубесконечного подземного трубопровода. *Исраилов М.Ш., Носов С.Е.* Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2022, № 5, с. 57-61. Рус.

Исследуются совместные с упругим грунтом нестационарные колебания полубесконечного подземного трубопровода, вызванные распространением вдоль него продольной сейсмической волны. Задача не является автоматической и ее решение встречает значительные трудности, в отличие от случая бесконечного трубопровода. Показано, что постановка и рассмотрение данной проблемы, выполненные ранее Т. Рашидовым, некорректны и не приводят к ее решению.

23.05-01.84 О неустойчивости с вероятностью единича равновесия тяжелой идеальной несжимаемой жидкости в вертикальном цилиндре при случайной соосной вибрации цилиндра. *Антонов И.Л.* Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2022, № 6, с. 32-38. Рус.

Показано, что при вертикальной случайной вибрации сосуда, если начальные значения какой-то моды колебаний жидкости отличны от равновесных, амплитуда колебаний этой моды (в рамках линейной теории) неограниченно растет. Случайная вибрация моделируется с помощью стационарной марковской цепи.

23.05-01.85 Свободные колебания конической оболочки. *Алгазин С.Д., Синицын А.А.* Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2023, № 2, с. 35-40. Рус.

Рассматриваются свободные колебания конической оболочки конечной длины. Данная задача была сформулирована в 1960-х годах. В работе приведен современный алгоритм без насыщения, рассмотрены конкретные расчеты, которые показывают его высокую эффективность.

См. также **23.05-01.23**, **23.05-01.57**, **23.05-01.60**, **23.05-01.65**, **23.05-01.176**

Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

23.05-01.86 Механика сплошных сред. Молекулярная акустика. *Важанов А.И., Кочетков Н.Ю., Сперанский А.А.* Двигатель. 2021, № 4, с. 38-41. Рус.

Проведен всесторонний анализ процессов молекулярной акустики и выявлен современный взгляд на эту проблему. Рассмотрены случаи представления данных процессов при идеальном и реальном подходах к их математическому описанию в соответствии с известными экспериментальными результатами. Получены новые теоретические результаты с привлечением кинетической теории Л. Больцмана, определяющие появление дисперсии и поглощения звука. Представлены рабочие формулы для расчетов основных параметров молекулярной акустики. Ключевые слова: механика сплошных сред, молекулярная акустика, дисперсия, поглощение звука.

23.05-01.87 О влиянии микропузырьков на турбулентность, индуцируемую поверхностной волной. *Дружинин О.А.* Известия вузов. Радиофизика. 2023. 66, № 1, с. 122-129. Рус.

Прямым численным моделированием (Direct Numerical Simulation, DNS) исследуется вихревая структура приповерхностного водного слоя, насыщенного воздушными пузырьками, при наличии стационарной поверхностной волны. Рассматриваются волна с длиной 15 см и крутизной 0,2 (амплитудой около 0,5 см) и пузырьки с диаметром 400 мкм (микропузырьки). Полные трёхмерные уравнения движения водной среды (Навье—Стокса) решаются методом DNS одновременно с уравнениями движения отдельных пузырьков с учётом их воздействия на несущее течение. Под влиянием поверхностной волны течение в приповерхностном слое становится турбулентным и характеризуется наличием вихревых структур, вытянутых вдоль направления распространения волны. Для анализа вихревой структуры течения вычисляется тензор мгновенного градиента поля скорости и определяются его комплексные собственные значения, мнимая часть которых характеризует локальную завихренность течения, отфильтровывая вклад чисто сдвиговой компоненты (вихревой пелены). Средние профили собственных значений и флуктуаций, полученные на стадии статистически-стационарного течения, показывают, что под влиянием пузырьков происходит усиление мелкомасштабных вихрей и турбулентных пульсаций в водной среде.

23.05-01.88 Формирование пространственных внутренних волн за телом,двигающимся в стратифицированной вязкой жидкости. *Матюшин П.В.* Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 117-130. Рус.

Рассмотрено равномерное движение диска в горизонтальном направлении вдоль оси его симметрии в покоящейся стратифицированной вязкой жидкости. Диск генерирует пространственные гравитационные внутренние волны, занимающие все пространство между диском и местом его старта. Волны наблюдаются при помощи двухцветной бета-плюс-визуализации вихревой структуры течения, рассчитанного при помощи системы уравнений Навье—Стокса в приближении Буссинеска. В настоящей работе существенно дополнен опубликованный ранее механизм формирования полуволн над осью симметрии диска, где основное внимание уделялось периодическому процессу зарождения деформированных вихревых колец над местом старта диска, происходящему в силу гравитационной и сдвиговой неустойчивостей; левое полукольцо трансформируется в полуволну впадин или гребней, а правое полукольцо исчезает со временем. В настоящей работе установлено, что левые части правых нечетных полуколец превращаются в осевые части полуволн гребней.

23.05-01.89 Акустические исследования плавления и кристаллизации эвтектических сплавов галлий-серебро в пористых стеклах. *Пирозерский А.Л., Чарная Е.В., Абдуламонов Х.А., Недбай А.И., Кумзоров Ю.А., Фоккин А.В., Хомутова А.С.* Акустический журнал. 2023. 69, № 4, с. 446-452. Рус.

Представлены результаты акустических исследований процессов плавления и кристаллизации сплавов Ag—Ga с содержанием серебра 1,5 и 3 ат. %, внедренных в пористые стекла со средним размером пор 13 нм. Измерены температурные зависимости скорости продольных ультразвуковых волн модифицированным импульсно-фазовым методом на частоте 7 МГц в диапазоне 200—325 К при полных и частичных циклах охлаждения нагрев. На температурных зависимостях скорости ультра-

тразвука наблюдались области, соответствующие фазовым переходам. Выявлены существенные изменения фазовой диаграммы объемного сплава вследствие наноструктурирования. Пока-

зано, что при разных составах сплава в порах формируются сегрегаты с различной кристаллической структурой.

См. также **23.05-01.60**, **23.05-01.84**

Нелинейная акустика

Нелинейные параметры среды

23.05-01.90 Экспериментальные исследования влияния 3D-печати при 100% заполнении на упругие свойства нитевидных образцов полимера PLA. *Володарский А.Б., Кожуайский А.И., Одина Н.И., Коробов А.И., Михалев Е.С., Шургина Н.В. Акустический журнал.* 2023. 69, № 4, с. 410-416. Рус.

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния 3D-печати при 100% заполнении на упругие свойства нитевидных образцов полимера PLA. Статистическим методом и методом Терстона—Брагера одновременно измерены зависимость деформации и относительного изменения скорости упругих волн от приложенного механического напряжения (вплоть до разрыва) для исходного и 3D-напечатанного образцов полимера PLA. По результатам измерений рассчитаны линейный и нелинейный модули Юнга и акустический нелинейный параметр второго порядка. Установлено, что 3D-печать приводит к ухудшению прочностных и пластических характеристик полимера PLA. Обнаружено различное поведение нелинейных параметров исходного и 3D-напечатанного образцов полимера PLA в области нагрузки и разгрузки, которое связывается с изменением внутренней структуры образца, вызванным 3D-печатью.

Теория нелинейных акустических волн

23.05-01.91 Продольные волны в стенках кольцевого канала из материала с дробной нелинейностью, заполненного жидкостью. Longitudinal waves in the walls of an annular channel filled with liquid and made of a material with fractional nonlinearity. *Могилевич Л.И., Попова Е.В. Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика.* 2023. 31, № 3, с. 365-376. Англ.

Целью данной статьи является исследование эволюции продольных волн деформации в стенках кольцевого канала, заполненного вязкой несжимаемой жидкостью. Стенки канала представлялись коаксиальными оболочками с дробной физической нелинейностью. В ходе исследования учитывалась вязкость жидкости и ее влияние на волновой процесс. Методы. Используя метод двухмасштабных разложений, получена разрешающая система двух эволюционных уравнений, которые представляют собой обобщенные уравнения Шамеля. Дробная нелинейность материала стенок канала приводит к необходимости использования вычислительного эксперимента для исследования волновой динамики в них. Вычислительный эксперимент проводился на основе получения новых разностных схем для системы эволюционных уравнений. Эти схемы получены с использованием техники базиса Грёбнера и аналогичны схеме Кранка—Николсона для моделирования распространения тепла. Результаты. Численное моделирование показало, что скорость и амплитуда волн деформации остаются неизменными, а направление распространения волн совпадает с положительным направлением продольной оси. Последнее указывает на то, что скорость волн сверхзвуковая. Для частного случая показано совпадение вычислительного эксперимента с точным решением. Это обосновывает адекватность предложенной разностной схемы для обобщенных уравнений Шамеля. Кроме того, показано, что уединенные волны деформации в стенках канала являются солитонами.

23.05-01.92 Расчет линейной устойчивости течения жидкости в плоском канале с волнистыми поперек потока стенками. *Трифонов Ю.Я. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 47-56. Рус.

Используя полные уравнения Навье—Стокса, рассмотрена ли-

нейная устойчивость плоского течения Пуазейля в канале с гофрированной нижней стенкой. Стенка гофрирована поперек потока, и основное течение имеет одну компоненту скорости. Возмущения полей скорости и давления являются трехмерными с двумя волновыми числами. Численно решается обобщенная задача на собственные значения. Найдено, что критическое число Рейнольдса, выше которого появляются нарастающие во времени возмущения, сложным образом зависит от безразмерной амплитуды и периода гофрирования. Величина отношения амплитуды и периода гофрирования разделяет область безразмерной амплитуды гофрирования на две, где зависимости критического числа Рейнольдса от параметров гофрирования качественно различны.

Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

23.05-01.93 Формирование сверхзвуковых пароводяных струй, сопровождающееся генерацией акустических пульсаций. *Болотнова Р.Х., Коробчинская В.А. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н.* 2023. 16, № 1-2, с. 330-336. Рус.

Рассмотрены особенности формирования сверхзвуковых пароводяных струй, истекающих через тонкое сопло из камеры высокого давления. Исследованы режимы возникающих вибрационных процессов в зависимости от изменения начальных состояний насыщения, определяемых давлением и температурой. Предлагаемая система модельных уравнений пароводяной смеси в трехмерной постановке включает двухфазные уравнения динамики в двухтемпературном, однодавленческом, односкоростном приближении с учетом межфазного теплообмена, явлений испарения и конденсации. Численная реализация поставленной задачи проведена с применением разработанного авторами решателя в среде открытого пакета OpenFOAM. Изучен процесс развития сверхзвуковой струи с образованием диска Маха и исследованы причины образования акустических пульсаций давления. Дан анализ влияния исходных состояний насыщения водного флюида, находящегося в камере высокого давления, на интенсивность и частоту возникающих акустических колебаний. Для обоснования достоверности используемого численного метода с применением пакета OpenFOAM проведено сравнение полученного численного решения с экспериментальной фотографией сверхзвуковой струи азота, истекающей через цилиндрическое сопло из резервуара высокого давления.

23.05-01.94 Расчеты сжатия сферической слоистой системы ударными волнами с учетом переноса теплового излучения в кинетической модели. *Грабовенская С.А., Завьялов В.В., Шестаков А.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 4, с. 5-13. Рус.

В настоящее время численное моделирование является основным, а зачастую и единственным инструментом для детального описания некоторых физических явлений при исследовании процессов сжатия веществ ударными волнами. Изучение поведения ударных волн и волн разряжения на простейших модельных тестах помогает при анализе более сложных расчетов, например, задач инерциального термоядерного синтеза на лазерных установках. В работе рассмотрены сравнительные расчеты тестовой задачи, моделирующей сжатие ударными волнами сферической слоистой системы, состоящей из двух веществ.

23.05-01.95 Структура течения и теплообмен в стационарном газокапельном потоке за точкой падения ударной волны на плоскую стенку. *Голубкина И.В., Осипцов А.Н. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 4, с. 50-63. Рус.

Рассматриваются задачи о структуре стационарного двумерного течения газожидкой смеси в пристеночной области за точкой падения косой и прямой волн уплотнения на плоскую стенку. В данном случае прямая волна соответствует ножке Маха при маховском отражении, а косая — регулярному режиму отражения падающей наклонной волны. Основной целью исследования является оценка влияния мелких капель жидкости, присутствующих в набегающем потоке, на равновесную температуру адиабатической стенки за точкой падения волны. Исследуется вопрос — насколько наличие падающей на стенку косой ударной волны может усилить эффект снижения равновесной температуры стенки присутствующими в потоке мелкими каплями. Область течения разбивается на внешнюю область "эффективно невязкого течения" и область асимптотического ламинарного пограничного слоя. Расчеты течения в каждой из областей проводятся в рамках двухконтинуальной модели газожидкой смеси с учетом фазового перехода (испарения) на поверхности капель. Исследованы наиболее интересные с точки зрения теплообмена волновые конфигурации, соответствующие неполному испарению капель за отраженной волной, а также "волнам с частичной и полной дисперсией" параметров. Используется упрощенная предельная схема формирования жидкой пленки оседающими на стенку каплями, эффектами неустойчивости и разбрызгивания пленки пренебрегается. На основании численных расчетов получены оценки возможного снижения равновесной температуры адиабатической стенки за точкой падения ударных волн в стационарном сверхзвуковом потоке газа, содержащем малую концентрацию примеси жидких капель.

23.05-01.96 Удар микроструи воды по микроволокну. *Базилевский А.В., Рожков А.Н. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 5, с. 110-118. Рус.*

Исследуется поперечный удар импульсной микроструи воды по одиночным цилиндрическим волокнам. Методами высокоскоростной фотографии зафиксированы стадии выброса, распада и столкновения микроструи. Обнаружены значительное замедление микроструи волокном и ее расщепление на две части. Обсуждаются механизмы наблюдаемых явлений и влияние различных факторов.

23.05-01.97 Излучательные характеристики ударно нагретого воздуха в видимой и инфракрасной областях спектра. *Козлов П.В., Забелинский И.Е., Бьюкова Н.Г., Герасимов Г.Я., Левашов В.Ю. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 5, с. 138-146. Рус.*

Измерены интегральные и временные спектральные характеристики ударно нагретого воздуха в интервале скоростей ударной волны от 7.35 до 10.4 км/с при давлении перед фронтом ударной волны $p_0=0.25$ Торр. Эксперименты проведены на ударной установке DDST-M Института механики МГУ. Исследован диапазон волн излучения $\lambda=600-1100$ нм, соответствующий видимой и ближней инфракрасной областям спектра, в которых основной вклад в излучение дают атомарные линии азота и кислорода. Проведен анализ полученных интегральных по времени спектрограмм излучения. Выделены особенности временных осциллограмм для наиболее типичных атомарных линий спектра. Данные измерений сравниваются с экспериментальными данными других авторов.

См. также **23.05-01.48**, **23.05-01.87**

Нелинейная акустика твердых тел

См. **23.05-01.90**

Нелинейные диспергирующие волны, солитоны

23.05-01.98 Структура и динамика локализованных нелинейных волн уравнения синус-Гордона в модели с одинаковыми притягивающими примесями. *Екомасов Е.Г., Самсонов К.Ю., Гумеров А.М., Кудрявцев Р.В. Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2022. 30, № 6, с. 749-765. Рус.*

Цель исследования: с помощью аналитических и численных

методов рассмотреть задачу о структуре и динамике связанных локализованных нелинейных волн в модели синус-Гордона с примесями (или пространственной неоднородностью периодического потенциала). Методы. С помощью аналитического метода коллективных переменных для случая произвольного числа одинаковых точечных примесей, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, получена система дифференциальных уравнений для амплитуд локализованных волн как функций от времени, приближенно описывающая поведение рассматриваемой колебательной системы. Для численного решения модифицированного уравнения синус-Гордона применён численный метод конечных разностей с явной схемой интегрирования. Частотный анализ колебаний локализованных волн, рассчитанных численно, выполнялся с помощью дискретного преобразования Фурье. Результаты. Для описания связанных колебаний нелинейных волн, локализованных на трёх одинаковых примесях, получена система дифференциальных уравнений для трёх гармонических осцилляторов со связью упругого типа. Решения этой системы уравнений для частот связанных колебаний хорошо аппроксимируют результаты прямого численного моделирования нелинейной системы. Заключение. Показано, что связанные колебания нелинейных волн, локализованных на трёх одинаковых примесях, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, представляют собой сумму трёх гармонических колебаний: синфазного, синфазно-антифазного и антифазного типа. Проведён анализ влияния параметров системы и начальных условий на частоту и вид связанных колебаний.

Источники интенсивного звука, фокусирующие устройства

23.05-01.99 Использование фокусированных ударно-волновых пучков для подавления эффектов диффузии при объемной тепловой абляции биоткани. *Пестова П.А., Карзова М.М., Юлдашев П.В., Хохлова В.А. Акустический журнал. 2023. 69, № 4, с. 417-429. Рус.*

Представлены результаты численного моделирования, имитирующего эксперимент по облучению ткани говяжьей печени *ex vivo* мощным фокусированным ультразвуком с помощью терапевтической решетки клинической системы MR-HIFU (Sonalleve V1 3.0T, Profound Medical Corp., Canada). Рассмотрены и сравниваются непрерывный квазилинейный и импульсно-периодические ударно-волновые режимы облучения с одинаковой средней по времени мощностью. Объемные тепловые разрушения создавались путем перемещения фокуса излучателя в его фокальной плоскости по дискретным траекториям, состоящим из двух либо четырех concentрических окружностей с максимальным радиусом 4 мм. Проанализировано влияние критерия контроля тепловой дозы в процессе облучения и критерия остановки воздействия ультразвуком на форму, объем и время создания теплового разрушения. Акустическое поле в ткани рассчитывалось с помощью уравнения Вестерверльта, температурное поле моделировалось с помощью неоднородного уравнения теплопроводности, граница разрушения определялась в соответствии с порогом тепловой дозы. В квазилинейном режиме, соответствующем клиническому, тепловая диффузия приводит к удлинению формы разрушения в 2–3 раза вдоль оси ультразвукового пучка по сравнению с поперечным размером траектории. Использование импульсно-периодических ударно-волновых режимов облучения с отключением внутренних окружностей траектории по мере достижения на них порогового значения тепловой дозы позволяет существенно подавить эффекты тепловой диффузии в аксиальном направлении пучка и получить локализованные тепловые разрушения заданной формы с сопоставимой клиническому случаю скоростью тепловой абляции.

Методы измерений и инструменты нелинейной акустики

См. **23.05-01.99**

Нелинейная акустика структурно неоднородных сред

См. 23.05-01.99

Физическая акустика

23.05-01.100 Физика звука. *Есипов И.Б.* *Квант.* 2018, № 12, с. 8-15. Рус.

Скорость, дисперсия, дифракция и затухание в газах и в жидкостях

См. 23.05-01.41, 23.05-01.42, 23.05-01.43

Акустика ГГц частот; Бриллюэновское рассеяние

23.05-01.101 Рассеяние фононов малой амплитуды на дискретных бризерах в цепочке Ферми—Паста—Улама—Цингоу. *Дмитриев С.В., Моркина А.Ю., Корзникова Е.А., Наймарк О.Б., Никитюк А.С., Baggioli M.* *Вычислительная механика сплошных сред.* 2021. 14, № 4, с. 444-453. Рус.

В конденсированных средах существует два традиционно обсуждаемых вида дисперсионных соотношений: бесщелевые фононные и с энергетической или частотной щелью. В различных областях физики конденсированного состояния имеет место третий тип дисперсионных соотношений, которые соответствуют щелевым эффектам в k -пространстве — Gapped Momentum States (GMS). Возрастающий интерес к GMS-состояниям связан с важными следствиями для динамических и термодинамических свойств систем (для гидродинамической турбулентности, пластичности, разрушения). Как правило, GMS возникают в подходе Максвелла—Френкеля применительно к вязкоупругим свойствам жидкости и твердого тела, когда щели могут непрерывно изменяться от энергетического к импульсному пространству. Настоящая работа является первой из цикла исследований, посвященных анализу дисперсионных эффектов, связанных с ангармоничностью потенциала, возникновением коллективных мод бризерного типа, так называемых дискретных бризеров, и их влиянием на макроскопические свойства нелинейных решеток, например, на теплопроводность. При изучении связи дискретных бризеров и макроскопических свойств нелинейных решеток важно знать, как фононы взаимодействуют с дискретными бризерами. Рассеяние фононных волновых пакетов малой амплитуды на неподвижных дискретных бризерах в цепочке β -Fermi—Pasta—Ulam—Tsingou (β -FPUT) исследовано численно для их различных амплитуд. Установлено, что при достаточно больших амплитудах дискретные бризеры отражают коротковолновые фононы, но остаются прозрачными для длинноволновых фононов. Увеличение амплитуды бризеров расширяет область отражения в коротковолновой части первой зоны Бриллюэна. Эти результаты свидетельствуют о том, что в цепи β -FPUT дискретные бризеры влияют на теплопроводность не существенно, поскольку тепло передается в основном длинноволновыми фононами.

Акустическая кавитация, сонолюминесценция

23.05-01.102 Экспериментально-теоретические исследования взаимодействия суперкавитирующих ударников с подводными разнесенными преградами. *Ватуев С.П., Буркин В.В., Дьячковский А.С., Ищенко А.Н., Радченко А.В., Радченко П.А., Саммель А.Ю., Степанов Е.Ю., Чунашев А.В.* *Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 2, с. 113-117. Рус.

Представлены экспериментально-теоретические результаты исследования высокоскоростного взаимодействия стальных суперкавитирующих ударников с разнесенными преградами из алюминиевого сплава. Экспериментально определены возможности стальных суперкавитирующих ударников при высокоско-

ростном взаимодействии с алюминиевыми преградами толщиной $h=3$ и 8 мм в диапазоне скоростей $200-450$ м/с. Полученные результаты использовались для верификации математической модели, с помощью которой проведены параметрические исследования высокоскоростного взаимодействия ударника с тремя типами разнесенных преград из алюминиевого сплава в диапазоне скоростей $200-600$ м/с.

23.05-01.103 Некоторые особенности подводного старта суперкавитирующих ударников из канала баллистической установки. *Ищенко А.Н., Дьячковский А.С., Шестопалова А.С., Саммель А.Ю., Чунашев А.В.* *Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 6, с. 5-10. Рус.

Представлены экспериментально-теоретические результаты исследования начального этапа высокоскоростного движения суперкавитирующих ударников при подводном старте. Получены профили каверн, формируемых при подводном старте суперкавитирующих ударников с различными формами кавитаторов в диапазоне начальных скоростей $300-400$ м/с. Полученные результаты использовались для верификации численной методики расчетов, с помощью которой проведено численное моделирование процесса подводного выстрела ударником.

23.05-01.104 Контроль параметров ультразвуковых излучателей для определения степени кавитационного разрушения материалов инструментов и защитных покрытий. *Хмелев В.Н., Барсуков Р.В., Барсуков А.Р.* *Датчики и системы.* 2023, № 2, с. 15-19. Рус.

Рассмотрены результаты исследований, направленных на выявление возможности использования пьезоэлектрических ультразвуковых колебательных систем (УЗКС), применяемых для формирования в жидких средах кавитационного воздействия, в качестве датчика контроля степени кавитационной эрозии материалов рабочих инструментов и защитных покрытий. Исследования осуществлялись на основе анализа физических эквивалентных схем пьезоэлектрических УЗКС (излучателей), формируемых из электромеханических аналогов с учетом присоединяемого тестового образца. Полученные результаты позволили подтвердить возможность и эффективность контроля параметров УЗКС для определения степени кавитационного разрушения инструментов и защитных покрытий, а также установить чувствительность предлагаемого метода контроля. Ключевые слова: ультразвук, кавитационный износ, моделирование, электромеханические аналогии, контроль.

23.05-01.105 Установившаяся амплитуда нелинейных колебаний газового пузырька в жидкости под действием периодического внешнего давления при резонансе. *Петров А.Г.* *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 3-9. Рус.

Исследуются вынужденные нелинейные колебания газового пузырька в жидкости, когда частота колебаний внешнего давления жидкости равна собственной частоте колебаний пузырька (резонанс). Методом осреднения выведена простая формула зависимости амплитуды колебаний газового пузырька от амплитуды внешнего давления и теплофизических характеристик газа и вязкости жидкости. Показано ее хорошее согласие с численными расчетами до значения амплитуды колебаний радиуса пузырька, сравнимого с его равновесным значением.

См. также 23.05-01.87

Плазменная акустика

23.05-01.106 Резонансное воздействие периодической последовательности плазменных актуаторов при

управлении течением в пограничном слое на стреловидном крыле. *Мануйлович С.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 37-49. Рус.*

Теоретически изучен процесс управления течением в пограничном слое на стреловидном крыле с помощью ряда плазменных актуаторов, установленных под углом к передней кромке. Исследован резонансный отклик управляемого течения в случае, когда угол наклона актуаторов близок углу наклона стационарных вихрей неустойчивости поперечного течения. Расчет управляемого течения произведен в рамках параболизированной системы уравнений Навье—Стокса. Вычислены характеристики устойчивости периодических течений, сформированных воздействием управляющей объемной силы.

Наноакустика, акустика тонких пленок и капель с наночастицами

23.05-01.107 Влияние среднего давления на собственные частоты колебаний углеродной нанотрубки. *Хакимов А.Г. Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2023, № 6, с. 155-164. Рус.*

Определяются частоты изгибных колебаний углеродной нанотрубки (УНТ) по полубезмоментной теории. Дается вывод выражения распределенной поперечной нагрузки на УНТ в предположении ее цилиндрического изгиба. Поверхности УНТ контактируют со средой разной плотности и давления. Среда может быть сжимаемой в процессе деформации поверхности и несжимаемой. Определяется влияние на изгиб среднего давления и изменения кривизны срединной поверхности, а также присоединенной массы газовой среды.

23.05-01.108 Влияние ультразвуковой обработки на диэлектрическую проницаемость композитов с углеродными нанотрубками. *Червинская А.С., Доценко О.А., Беломытцева Е.С., Качусова А.О. Известия вузов. Физика. 2023, 66, № 5, с. 96-102. Рус.*

Представлены результаты влияния ультразвуковой обработки на диэлектрическую проницаемость композиционного материала, в качестве связующего в котором используется вододисперсионная краска. При таком способе обработки в жидкости возникает ультразвуковая кавитация, которая влияет на структурные изменения экспериментальных образцов. Это проявляется в нелинейной зависимости диэлектрической проницаемости от времени ультразвуковой обработки.

См. также **23.05-01.89**

Акустическая микрофлюидика

См. **23.05-01.105**

Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

23.05-01.109 Структура акустической лауэграммы на окружности отражения Эвальда для рассеяния волн Рэлея. *Чуков В.Н. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2023, 16, № 1-2, с. 557-564. Рус.*

Получены новые закономерности рассеяния Лауэ—Брэгга—Вульфа для поверхностной акустической волны Рэлея в рамках концепции окружности отражения Эвальда.

Акустоэлектроника

23.05-01.110 Особенности распространения ПАВ в пьезоэлектрических структурах с предварительно напряженным функционально-градиентным покрытием. *Белянжова Т.И., Каминчук В.В. Труды Южного научного центра РАН. 2022, № 10, с. 158-178. Рус.*

Рассматривается модель пьезоэлектрической структуры с неоднородным покрытием. Структура представляет собой однородное пьезоэлектрическое полупространство, покрытие выполнено из функционально-градиентного пьезоэлектрического

материала (ФГПМ). Свойства покрытия непрерывно изменяются по толщине от параметров одного материала к параметрам другого материала. На примере задачи о распространении sh-волн изучено влияние градиентности покрытия, области локализации и размеров переходной зоны одного материала в другой на особенности распространения поверхностных акустических волн (ПАВ) и структуру волнового поля.

23.05-01.111 Исследование пьезоактивности тонких пленок цирконата-титаната свинца. *Бирюков С.В., Головки Ю.И., Масычев С.И., Мушортов В.М., Шелепов А.П. Труды Южного научного центра РАН. 2022, № 10, с. 233-242. Рус.*

Исследована пьезоактивность тонких сегнетоэлектрических пленок цирконата-титаната свинца, полученных методом ВЧ-катодного распыления на стальных подложках. Представлены зависимости продольного пьезомодуля пленок d_{33} от напряженности внешнего смещающего циклического поля при различных частотах воздействия. Полученные петли пьезоэлектрического гистерезиса сравниваются с петлями диэлектрического гистерезиса. Установлены режимы создания в пленках устойчивого поляризованного состояния. Показано, что на основе тонких пленок цирконата-титаната свинца могут быть созданы миниатюрные широкополосные датчики динамических деформаций.

23.05-01.112 Эффект увеличения пьезомодулей начально сжатого гибкого биморфа. *Паньков А.А. Журнал радиоэлектроники. 2023, № 6, с. 8. Рус.*

Объект исследования — гибкие пьезоэлектрические биморфы стержневого и мембранного типов, состоящие из двух или более однородных пьезоэлектрических слоев (пленок) равной толщины с одинаковой или противоположной поляризацией, межслойных и наружных электродов — электродированных покрытий. Рассмотрено решение актуальной задачи — повышение рабочих характеристик гибких пьезоэлектрических биморфов для более эффективного их использования в качестве генераторов электрической энергии, датчиков и актуаторов — преобразователей управляющих электрических сигналов в перемещение рабочих поверхностей для манипулирования или сборки микромасштабных объектов. Исследованы закономерности влияния величины начальной продольной нагрузки, приложенной к торцам биморфного стержня или равномерно распределенной по внешнему круговому контуру (периметру) биморфной круглой мембраны, на результирующие значения рабочих характеристик для гибких пьезоэлектрических биморфов стержневого и мембранного типов соответственно. Считаем, что величина продольной силы, приложенной к подвижному торцу стержневого биморфа или к внешнему периметру мембраны, не изменяется во времени и не превышает соответствующее значение силы потери устойчивости с учетом консольного или шарнирного закрепления биморфа. Поэтому, имеем переменные разнонаправленные направления изгиба биморфа при приложении к электродам переменного управляющего электрического напряжения, т. е. при смене знака управляющего электрического напряжения направление изгиба (блокирующей силы) также меняется на противоположное и после «выключения» управляющего электрического напряжения биморф возвращается из изогнутого в первоначальное прямолинейное состояние. Получены аналитические решения для деформационных полей: прогибов и углов поворота рабочих поперечных сечений гибких пьезоэлектрических биморфов с использованием известной «гипотезы плоских сечений» и метода интегралов Мора сопротивления материалов. Выявлен и изучен эффект увеличения результирующих прогибов и блокирующих сил гибких пьезоэлектрических биморфов, обусловленный действием начальной сжимающей нагрузки. Результаты численного моделирования получены для гибкого стержневого биморфа из слоев пьезокерамики ЦТС, эффективные деформационные характеристики которого были определены из решения обратной задачи по результатам работ других авторов. Рассмотрены случаи консольного и шарнирного закреплений торцов стержневого биморфа. Установлено, что величина блокирующего усилия для биморфа в виде шарнирной балки значительно превосходит таковую для биморфа в виде консоли, при этом действие продольной сжимающей силы линейно увеличивает величину

прогиба и блокирующего усилия биморфа.

23.05-01.113 Хроматические aberrации в системе перестраиваемого источника на базе АОФ. *Беляева А.С. Датчики и системы.* 2022, № 5, с. 49-52. Рус.

Рассмотрено влияние хроматических aberrаций используемых оптических компонентов при разработке источника с возможностью перестройки по длинам волн на базе акустооптического фильтра, когда требуется обеспечить точные цветовые координаты имитируемого цвета (в случае разработки эталона цвета для колориметрии) или необходимую длину волны (в случае применения для спектральных исследований). Выполненный в работе анализ позволяет выявить оптимальную схему для обеспечения необходимой точности воспроизведения цвета, а также установить требования к коррекции хроматических aberrаций компонентов схемы. Ключевые слова: акустооптический фильтр, спектральный состав, хроматический сдвиг.

23.05-01.114 Акустолазерный модуль для обнаружения малогабаритных беспилотных летательных аппаратов в урбанизированной среде. *Филонов О.М., Бестугин А.Р., Киришина И.А., Овчинникова Н.А., Ожин П.А. Датчики и системы.* 2023, № 1, с. 40-45. Рус.

Приведены результаты предварительных исследований применения измерительного комплекса, включающего узконаправленные микрофоны и лазерные дальнометры для обнаружения неопознанных летательных аппаратов в городской среде. Дано техническое описание и принцип работы рассматриваемого комплекса и основные соотношения, позволяющие рассчитывать пространственные координаты объекта и высоту полета на основе результатов проводимых им измерений. Ключевые слова: квадрокоптер, акустическая сигнатура, доплеровская частота, обнаружение, идентификация и локализация.

Магнитоакустический эффект, осцилляции и резонанс

23.05-01.115 Оптимизация параметров намагничивающего устройства электромагнитно-акустического преобразователя для контроля легированных сталей. *Стрижак В.А., Прыжин А.В. Приборы и методы измерений.* 2023, 14, № 2, с. 81-95. Рус.

Бесконтактные электромагнитно-акустические преобразователи обладают набором значительных преимуществ по сравнению с контактными преобразователями, но при этом у них есть существенные недостатки, требующие разработки эффективных намагничивающих устройств. По сравнению с устройствами намагничивания на постоянных магнитах устройства намагничивания электрическим током легко снимаются с объекта контроля и очищаются от загрязнения металлическими частицами. К сожалению, такие преобразователи имеют значительные габариты и массу. Разработан преобразователь, содержащий магнитопровод, намагничиваемый катушкой с электрическим током, и два независимых электромагнитных индуктора, расположенных в зазоре между центральной частью магнитопровода и объектом контроля. Индукторы представляют собой две плоские катушки, каждая из которых выполнена в виде бабочки. Проводники индукторов, расположенные в рабочей области, имеют взаимно перпендикулярные направления; с их помощью можно эффективно возбуждать и регистрировать поперечно поляризованные акустические волны без перестановки преобразователя. С целью уменьшения габаритных размеров и массы преобразователя произведена оптимизация массогабаритных параметров намагничивающего устройства для условий эксплуатации, когда намагничивание объекта контроля и измерения производятся во время активной фазы измерения. Во время пассивной фазы измерения, в три раза превышающей активную фазу по времени, происходит остывание намагничивающего устройства. Циклический режим с чередованием активной и пассивной фаз позволил уменьшить вес преобразователя более чем в 3 раза. В рабочей зоне преобразователя размером 15×15 мм при зазоре в 1 мм между концентратором магнитного поля и объектом контроля создаётся поле с нормальной компонентой в 2,4 Тл. Преобразователь содержит защиту устройства намагничивания от перегрева, а циклический

режим работы позволяет обеспечить непрерывную производительность до 30 измерений в минуту при температуре окружающей среды 20°C. Разработанное намагничивающее устройство может быть использовано при решении ряда задач структуроскопии, толщинометрии, дефектоскопии электромагнитно-акустическими методами, основанными на точном измерении времени распространения упругих волн в объекте контроля.

23.05-01.116 О процессах распространения звуковых волн в магнитных жидкостях. *Зарифзода А.К. Известия вузов. Физика.* 2023, 66, № 5, с. 34-44. Рус.

Для модели двухкомпонентной магнитной жидкости с замороженной намагниченностью с использованием уравнения движения и микроскопического выражения тензора напряжения, введенных на основе метода неравновесной статистической теории, получены дисперсионные уравнения, описывающие сдвиговые моды, а также быстрые, медленные и альфвеновские магнитогидродинамические волны в магнитных жидкостях. Проведены численные расчеты зависимости скорости быстрой звуковой волны от частоты и величины внешнего магнитного поля при различных значениях концентрации, а также рассмотрена анизотропия звука в магнитной жидкости. Показано, что проведенные численные расчеты находятся в удовлетворительном согласии с экспериментальными и теоретическими результатами.

Акустооптические эффекты, оптоакустика, акустическая визуализация, акустическая микроскопия и акустическая голография

23.05-01.117 Оптимизация спектрального состава излучения малогабаритного CO₂-лазера для оптического газоанализатора SF₆. *Зенов К.Г., Карапузиков А.И., Мирошниченко М.В., Нехорошева Е.Г. Оптика атмосферы и океана.* 2023, 36, № 8, с. 681-686. Рус.

Представлены упрощенная математическая модель и результаты экспериментальных исследований спектрального состава излучения малогабаритного воловального CO₂-лазера с ВЧ-возбуждением для лазерного оптико-акустического газоанализатора с целью повышения точности измерений путем исключения из спектра излучения лазера нежелательных линий 10R-ветви. Измерены сигнатуры лазерного излучения при различных параметрах резонатора и активной среды без использования дополнительных элементов селекции. Показано, что оптимальные сигнатуры могут быть достигнуты путем выбора соответствующего давления газовой смеси и коэффициента пропускания выходного зеркала, а также оптимальной длины резонатора, которая может быть получена методом варьирования номинальной (базовой) длины в пределах 2 мм. Эффективность оптимизации спектрального состава лазерного излучения подтверждена на практике статистическими данными для 64 лазеров. Полученные результаты открывают новые возможности для повышения точности измерений оптико-акустического лазерного газоанализатора SF₆ и его применения в различных областях науки и техники.

Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

23.05-01.118 Подход к расчету параметра нелинейности ультразвуковых волн в жидкости, основанный на масштабной теории термодинамических флуктуаций давления. *Беленьков Р.Н., Постников Е.Б. Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика.* 2023, 31, № 1, с. 45-62. Рус.

Параметр нелинейности B/A является характеристикой жидкостей и мягкой материи и привлекает все большее внимание благодаря своей чувствительности к составу материалов. Это делает параметр нелинейности перспективным показателем для приложений неразрушающего контроля на основе ультразвукового зондирования, подходящим для различных приложений от физической химии до биомедицинских исследований. В то же время, термодинамическое определение параметра нелинейности требует обширных измерений при повы-

шенных давлениях, которые не всегда доступны; кроме того, известны определенные противоречия таких данных с данными, полученными методами нелинейной акустики. Цель. Мы рассматриваем недавно предложенный подход к предсказанию скорости звука при высоких давлениях, который использует свойства инвариантности флуктуаций приведенного давления и данные, полученные только при нормальном давлении окружающей среды. Метод обобщает классическую модель Номото, которая, однако, дает лишь качественную картину, и приводит к количественному соответствию экспериментальным значениям в пределах их неопределенности. Методы. Аналитические методы теории термодинамических флуктуаций в приложении к параметрам уравнений нелинейной акустики, а также численное моделирование в среде COMSOL Multiphysics. Результаты. Получены выражения для расчета параметра нелинейности с приемлемой точностью, используя только термодинамические данные, определенные при атмосферном давлении. Численные расчеты были проведены для толстола. Кроме того, на основе численного решения уравнения Вестервельта проанализировано несоответствие между значениями параметра нелинейности, полученными термодинамическим и нелинейно-акустическим способами, объясненное недостаточным учетом эффектов поглощения для волн конечной амплитуды при последнем.

23.05-01.119 Исследование режимов теплообмена в дозвуковых струях диссоциированного азота высокочастотного индукционного плазмотрона при дополнительном нагреве поверхности лазерным излучением. *Васильевский С.А., Галкин С.С., Колесников А.Ф., Котов М.А., Лукомский И.В., Соловьев Н.Г., Тептева Е.С., Чаплыгин А.В., Шемякин А.Н., Якумов М.Ю.* *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 4, с. 146-155. Рус.

На индукционном ВЧ-плазмотроне ВГУ-4 (ИПМех РАН) проведены эксперименты по исследованию теплообмена цилиндрической водоохлаждаемой медной модели диаметром 30 мм, оснащенной калориметрическим датчиком с тепловоспринимающей поверхностью диаметром 13.8 мм из графита, при комбинированном режиме нагрева поверхности плазмой азота и лазерным излучением, а также для случаев нагрева поверхности только лазерным излучением или только струей плазмы азота. Эксперименты в струях ВЧ-плазмотрона проведены при давлении в барокамере установки $p=10^4$ Па, массовом расхо-

де азота $G=2.4$ г/с, мощности ВЧ-генератора плазмотрона по анодному питанию $N_{a.p.}=22$ кВт. Для выбранных экспериментальных режимов установлено, что струя диссоциированного азота и высокочастотный индукционный разряд не оказывают заметного влияния на проходящий через них лазерный луч. Получены значения плотности теплового потока в зависимости от подведенной мощности лазерного излучения. Для рассмотренных условий экспериментов проведено численное моделирование дозвукового течения плазмы азота в кварцевом разрядном канале и в пространстве барокамеры установки ВГУ-4, основанное на решении полных уравнений Навье—Стокса методом Патанкара—Сполдинга.

Химические процессы и фазовые переходы при воздействии ультразвука

См. 23.05-01.89

Ультразвук в неразрушающем контроле, промышленных технологиях и изделиях

23.05-01.120 Информационно-статистический подход к анализу сигналов акустической эмиссии. *Ерофеев В.И., Ильяшинский А.В., Родюшкин В.М., Рябов Д.А., Хлыбов А.А.* *Акустический журнал.* 2023, 69, № 4, с. 490-496. Рус.

Предложен новый информационно-статистический подход, позволяющий рассматривать акустическую эмиссию (АЭ) с позиции синергетики на основе представления процессов, определяющих состояние исследуемого объекта, статистической моделью (образом) в виде функции плотности вероятностей. Показано, что многомерное распределение Дирихле обладает совокупностью свойств, дающих возможность использовать его для определения интегральной меры оценки по наблюдаемым сигналам АЭ процесса пластической деформации. В качестве количественной меры при анализе процесса пластической деформации по сигналам АЭ предлагается использовать параметр самоорганизации. На примере штатных механических испытаний конструкционной углеродистой стали 20 с перлитно-ферритной структурой показано, что информационно-статистический параметр самоорганизации является наиболее информативным при описании процессов, связанных с АЭ.

Акустика океана, гидроакустика

Звук в глубоком море, подводный звуковой канал

23.05-01.121 Оценка эффективности функционирования сетцентрической системы освещения подводной обстановки в мелком и глубоком морях. *Ермолаев В.И., Кривицкий С.А., Охрименко С.Н., Паршуков В.Н., Рубанов И.Л.* *Морской сборник.* 2023, № 9, с. 64-68. Рус.

Приводятся результаты сопоставления модельных исследований функционирования сетцентрической системы освещения подводной обстановки в мелком и глубоком морях. Ключевые слова: сетцентрическая система освещения подводной обстановки, мелкое и глубокое море, звуковой диапазон частот.

23.05-01.122 Два пути обобщения волн Герстнера в теории волн на глубокой воде. *Абрашкин А.А., Пелиновский Е.Н.* *Известия вузов. Радиофизика.* 2023, 66, № 1, с. 130-144. Рус.

Традиционно волны на воде изучают в предположении их потенциальности. Но в натуральных условиях это приближение не всегда справедливо. Завихренность привносят сдвиговые течения, повсеместно присутствующие в океане. Она также генерируется в приповерхностном слое жидкости в результате действия ветра. При учёте этих факторов модели, разработанные для потенциальных волн, требуют уточнения и обобщения. Настоящая работа посвящена обзору достижений в области ана-

литического описания поверхностных волн на глубокой воде с учётом завихренности. За основу изложения выбран лагранжевый подход. В центре внимания — волна Герстнера — частное точное решение уравнения Эйлера. Обсуждаются два способа её обобщения. Первый предполагает рассмотрение слабонелинейных стационарных волн с более общим, чем в герстнеровской волне, распределением завихренности (волны Гуйона). Второй способ — это построение точных решений для волн с неоднородным и нестационарным распределением давления на свободной поверхности (обобщённые волны Герстнера).

Акустика мелкого моря

23.05-01.123 Влияние слабой поверхностной пленки на возникновение и распространение ветровых волн в канале. *Плаксина Ю.Ю., Пуштаев А.В., Винниченко Н.А., Уваров А.В.* *Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2023, 59, № 5, с. 661-672. Рус.

Процессы зарождения ветровых волн, несмотря на многочисленные исследования, остаются плохо изученными. Одна из основных причин, по мнению авторов, состоит в упрощенном теоретическом анализе, не учитывающем слабую пленку естественных примесей. В работе проведено экспериментальное исследование и сравнение генерации волн в двух ветровых каналах в этаноле, воде и воде с добавлением растворимого поверхностно-активного вещества — додецилсульфата натрия

(SDS) в разных концентрациях. Используемые в работе концентрации очень слабо меняют коэффициент поверхностного натяжения, но существенно меняют структуру приповерхностных течений. В этаноле холодная пленка не образуется, и он может рассматриваться как базовый пример. В воде и воде с добавлением ПАВ пленка рвется при определенной критической скорости обдува (увеличивающейся при увеличении концентрации ПАВ) и происходит очистка поверхности. Но, для того, чтобы поверхность оставалась чистой, адсорбция примесей на поверхность должна компенсироваться их удалением сдвигаемыми напряжениями. В работе используются три экспериментальные методики для исследования влияния холодной пленки на образование ветровых волн. Для определения рельефа поверхности в работе использовался модифицированный цветной шпирен-метод, для определения поля скорости в жидкости — метод цифровой трассерной визуализации (PIV). Поля температуры поверхности, которые позволяют идентифицировать области разрыва холодной пленки, измерялись с помощью инфракрасной термографии поверхности. Также с помощью термографии исследовалось поле скорости на поверхности (ИК PIV). Показано, что пленка оказывает существенное влияние как на амплитуду волн, так и на структуру приповерхностного течения.

См. также 23.05-01.121

Статистическая гидроакустика

23.05-01.124 Нелинейная динамика проскальзывающих течений. *Кузнецов Е.А., Михайлов Е.А., Сердюков М.Г. Известия вузов. Радиоп физика.* 2023. 66, № 1, с. 145-160. Рус.

Развивается новая концепция формирования особенностей поведения невязких несжимаемых жидкостей на границе с твердым телом за счёт опрокидывания проскальзывающих течений. Возможность опрокидывания связана со сжимаемостью таких течений благодаря границе. Для двух- и трёхмерных невязких уравнений Прандтля аналитически получены критерии градиентной катастрофы проскальзывающих течений. Для двумерных уравнений Прандтля опрокидывание имеет место как компоненты скорости, параллельной границе, так и градиента завихренности. Взрывной рост градиента завихренности коррелирует с появлением джета в направлении, перпендикулярном границе. Для трёхмерных течений Прандтля опрокидывание (формирование складки) приводит к взрывному росту как для симметричной части тензора градиента скорости, так и для антисимметричной части — завихренности. Взрывная генерация завихренности возможна благодаря засасыванию жидкости из проскальзывающего течения с одновременным формированием джета перпендикулярно границе. Оба этих фактора можно рассматривать в качестве механизма формирования торнадо. В рамках двумерных уравнений Эйлера численно исследована задача о формировании растущих градиентов скорости для течений между двумя параллельными пластинами. Выяснено, что максимальный градиент скорости экспоненциально растёт со временем на жёсткой границе при одновременном росте градиента завихренности по дважды экспоненциальному закону. Этот процесс также сопровождается формированием джета в перпендикулярном к границе направлении.

Излучение колеблющихся под водой объектов, импеданс

23.05-01.125 Ложные сигналы, создаваемые остатками кильватерных следов надводных кораблей. *Горланов Н.Е., Тимошенко В.Г., Ярыгин В.А. Гидроакустика.* 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Рассматриваются результаты обработки реальных гидролокационных сигналов от свежих и старых кильватерных следов надводных кораблей. Показано, что в остатках кильватерных следов формируются сигналы неизвестных источников, образующие имитацию движения. Подробный анализ позволяет обосновать биологическое происхождение этих сигналов. Ключевые

слова: классификация, гидролокация, кильватерный след, эхосигнал, помеха, реверберация, надводный корабль.

Подводные приложения нелинейной акустики, взрывы

23.05-01.126 Автомодельные течения с ударной волной, движущейся к центру или к оси симметрии. *Валиев Х.Ф., Крайко А.Н. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 37-46. Рус.

Изучаются одномерные течения идеального (невязкого и нетеплопроводного) совершенного газа с показателем адиабаты γ за ударной волной, движущейся к центру ($\nu=3$) или к оси ($\nu=2$) симметрии по неподвижному холодному газу. Допускаются течения с отраженной ударной волной и течения, заканчивающиеся при одновременном приходе в центр симметрии ударной волны и поршня, сжавшего газ в точку или в линию.

Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

23.05-01.127 Вероятностное моделирование распределения ударных импульсов по длине корпуса при движении судна во льдах. *Якимов В.В., Глебоко П.Ю. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2023, № 3, с. 89-98. Рус.

Объектом исследования является водоизмещающее судно, осуществляющее движение во льдах. Цель заключается в изучении основных аспектов, касающихся вероятностного моделирования распределения ударных импульсов по длине корпуса при движении судна во льдах, которое составляет неотъемлемую процедуру единого процесса моделирования случайных нагрузок от воздействия льда на корпус судна. Материалы и методы. При выполнении исследования для вероятностного моделирования распределения ударных импульсов по длине корпуса при движении судна во льдах использован методический прием, предусматривающий комбинацию вероятностного и имитационного алгоритмов и учитывающий данные натурных наблюдений и испытаний. Основные результаты. Выполнены краткий обзор и причинно-следственный анализ результатов соответствующих экспериментальных исследований. Представлены и дополнены базовые теоретические положения ранее предложенного метода моделирования случайного распределения числа ударов по длине корпуса при динамическом взаимодействии судна с ледяным покровом. Уделено преимущественное внимание практической реализации указанного метода моделирования на примере арктического челночного танкера двойного действия «Василий Динков». Заключение. Сделан вывод о том, что использование сформулированного метода вероятностного моделирования распределения ударных импульсов по длине корпуса при движении судна во льдах в рамках решения задач оценки и прогнозирования ледовых нагрузок на суда в вероятностной постановке является обоснованным.

23.05-01.128 Моделирование таяния-намерзания льда в задаче обтекания жидкостью малой неровности. *Гайдук Р.К., Данилов В.Г., Фонарева А.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 82-94. Рус.

Исследуется фазовый переход при обтекании жидкостью ледяной поверхности с малой локализованной неровностью при больших числах Рейнольдса. В рамках двухфазной структуры пограничного слоя на основе системы фазового поля построена математическая модель, описывающая динамику фазового перехода, и приведены результаты численного моделирования.

23.05-01.129 Зависимость напряженно-деформированного состояния заснеженного ледяного покрова от глубины воды в условиях изгибно-гравитационного резонанса. *Козин В.М., Верещагин В.Ю. Морские интеллектуальные технологии.* 2023. 2, № 3-1, с. 26-35. Рус.

Представлен краткий обзор экспериментально-теоретических исследований по распространению изгибно-гравитационных волн (ИГВ) в ледяном покрове. Отмечено, что большие энергетические затраты на разрушение льда традиционными технологиями обуславливают необходимость поиска новых средств и

методов решения ледотехнических задач, в том числе, исследований способности амфибийных судов на воздушной подушке (СВП) разрушать ледяной покров при их движении по льду со скоростью резонансных ИГВ резонансным методом, т.е. в условиях наступления изгибно-гравитационного резонанса (ИГР). Их преимуществами являются отсутствие непосредственного контакта судна со льдом (это повышает надежность их эксплуатации), проходимость над заснеженным и затороженным ледяным покровом, безопасность движения над подводными островами, битым льдом, возможность выхода со льда на чистую воду и наоборот, на необорудованный берег и пр. Отмечено, что на производительность резонансного метода влияют не только параметры СВП, но и условия ледовой обстановки, в том числе, заснеженность ледяного покрова и глубина воды. Представлены аналитические зависимости для анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) ледяного покрова с наличием слоя снега, которое возникает под действием движущейся нагрузки в условиях ИГР. Приведены результаты расчетов зависимости амплитуды прогибов и напряжений в ледяном покрове от его параметров, снега и глубины воды. Установлено, что при выходе с глубокой воды на мелководье ледоразрушающую способность судов можно увеличить почти в 2 раза. На этом основании сделано заключение, что, если на акватории, где планируется выполнение ледокольных работ с использованием резонансного метода разрушения льда, имеются мелководные участки, то ледокольные работы следует начинать с них. Результаты предварительно выполненных данных исследований целесообразно продолжить для подтверждения их достоверности, например, путем проведения соответствующих экспериментов с последующей разработкой практических рекомендаций по их использованию.

23.05-01.130 К вопросу об определении сопротивления разрушения льда платформами на воздушной подушке. Семенова Н.М., Двойченко Ю.А. Морские интеллектуальные технологии. 2023. 2, № 3-3, с. 65-70. Рус.

Низкие скорости, высокие давления и несамостоятельность являются отличительными особенностями ледокольных платформ на воздушной подушке. Исследованию взаимодействия платформ со сплошным ледяным покровом посвящены небольшое количество работ. В статье рассматриваются различные методики расчета составляющих сопротивления, приводится графический анализ сравнения с данными натурных испытаний. В основе настоящего исследования лежит принцип разделения сопротивления на составляющие, каждая из которых рассматривалась отдельно. Для уточнения формулы составляющей сопротивления были проведены модельные эксперименты. Объем исследований позволил получить эмпирическую формулу расчета сопротивления в чистой воде с требуемой надежностью и точностью. При исследовании составляющей сопротивления разрушения ледяного покрова рассматривалось сопротивление надвижению поля давления произвольной формы на основание произвольного рельефа. Считалось, что кромки такого купола опираются на основание без трещин. Численное решение задачи позволило предложить зависимость для расчета сопротивления разрушения. Окончательно, после уточнения всех составляющих, предложена зависимость расчета сопротивления в сплошном ледяном покрове и представлены графики сравнения с натурными данными.

23.05-01.131 Экспериментальное определение параметров движения погруженного тела и волнообразования в ледовых условиях. Земляк В.Л., Козин В.М., Васильев А.С. Морские интеллектуальные технологии. 2023. 2, № 3-3, с. 77-87. Рус.

Экспериментально рассмотрено движение погруженного тела вблизи свободной поверхности жидкости и жидкости покрытой ледяным покровом. Эксперименты проводились в опытовом ледовом бассейне. Рассмотрено влияние особенностей формы поперечного сечения тела на волнообразование и характер движения в приповерхностной водной среде. Впервые экспериментально измерена величина относительного вертикального перемещения погруженного тела возникающего под воздействием подъемной силы. Установлены зависимости между исследуемыми параметрами и скоростью движения тела, а также влияние на них ледяного покрова. Определены параметры генерируе-

мых изгибногравитационных волн. С помощью предложенного критерия ледоразрушения определена их ледоразрушающая способность. Установлена связь между величиной критерия ледоразрушения и характером разрушения льда. Делается вывод, что характер движения плохообтекаемых тел имеет сложную зависимость и большие значения относительного перемещения. По этой причине, движение подводных аппаратов с подобной формой корпуса в ледовых условиях на малом заглублении в диапазоне скоростей $0.3 < Fr$.

23.05-01.132 Разработка методологии расчета параметров циклической ледовой нагрузки от ледовых полей на морские объекты. Цуррик В.Г. Морские интеллектуальные технологии. 2023. 2, № 3-3, с. 122-131. Рус.

Опыт возведения и эксплуатации стационарных морских нефтегазодобывающих платформ, также как и эксплуатации ледоколов однозначно показал, что такие объекты могут испытывать критические разрушения от пиковых нагрузок в процессе циклического разрушения ровных ледовых полей. В работе, на основании энергетической модели явления разрушения льда, как термодинамического процесса, с учетом его структуры и реологии, представлено математическое описание закономерностей формирования циклической ледовой нагрузки как динамического процесса нарастания напряженно-деформированного состояния локального объема льда и его разрушения. За основу разрабатываемой методологии взят энергетический критерий — критическое значение плотности удельной энергии упругой деформации единичного объема льда, вызывающее и интегрально учитывающее и описывающее все виды его механического разрушения. Этот критерий является «встроенным в структуру льда» природным регулятором возможного значения пика контактной силы и продолжительности цикла накопления упругой энергии в его объеме до разрушения, а также триггером, запускающим спонтанный нерегулируемый процесс динамического разрушения. В работе методологически обоснован алгоритм определения требующихся для моделирования динамического поведения основания платформы параметров циклической ледовой нагрузки.

23.05-01.133 Строение земной коры Персидского залива по результатам глубинного сейсмического зондирования. Ковачев С.А., Ганжа О.Ю. Океанология. 2023. 63, № 5, с. 824-839. Рус.

Приведены результаты сейсмических работ, выполненных методом ГСЗ в Персидском заливе. В работах использовались донные сейсмографы аналогового типа и пневмоисточники сейсмических колебаний. Расстановки донных сейсмографов и прострелки выполнялись по трем региональным профилям длиной от 100 до 250 км. Основным результатом стало получение скоростной модели осадочного чехла и земной коры исследуемого района до границы М, расположенной на глубине порядка 43 км. Небольшая мощность верхнего слоя земной коры (4–5 км) и повышенные скорости продольных сейсмических волн в ее остальных слоях характеризуют субконтинентальный архейский тип земной коры. Утонение земной коры характерно для ближайших к Персидскому заливу акваторий: Черного, Каспийского, Средиземного и Красного морей. В земной коре исследуемого района была обнаружена структура, которая, возможно, является брахиантиклиналью, имеющей изометричную куполообразную форму, что соответствует складчатости платформенного типа в областях соляно-купольной тектоники. Каких-либо разломов в земной коре акватории Персидского залива, примыкающей к п-ову Бушер, обнаружено не было. Ключевые слова: Персидский залив, глубинное сейсмическое зондирование, скоростной разрез земной коры, донный сейсмограф.

Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

См. 23.05-01.125

Акустические измерения параметров океана, дистанционное зондирование, обратные задачи, акустическая томография

23.05-01.134 О вытягивании мезомасштабных вихрей в филаменты и распределении их на поверхности океана. *Жмур В.В., Белоненко Т.В., Новоселова Е.В., Суетин Б.С. Известия вузов. Радиофизика.* 2023. 66, № 1, с. 104-121. Рус.

Рассматриваются различные аспекты взаимодействия вихрей с баротропным потоком. При взаимодействии вихря с течением существует три варианта поведения его ядра: вращение, нутовые колебания и неограниченное вытягивание. В первых двух случаях вихрь остаётся локализованным образованием, при этом полуоси эллипса испытывают колебания около некоторого среднего значения. В третьем случае форма вихря изменяется следующим образом: одна из горизонтальных осей неограниченно увеличивается, вторая стремится к нулю, при этом вертикальный размер вихря не изменяется, а сам вихрь при этом сверху вытягивается в нить, оставаясь при этом эллипсоидальным. В результате в океане появляются вихревые образования — нити, называемые филаментами. Они возникают из первоначально практически круглых в горизонтальной плоскости вихрей и представляют собой вытянутые в одном направлении структуры, обладающие ненулевой завихренностью. В работе впервые предложен аналитико-графический способ определения режимов поведения трёхмерных эллипсоидальных вихрей для неоднородного горизонтального течения, линейного по горизонтальным координатам. Изучены условия неминуемого вытягивания вихрей в филаменты. Установлено, что вытягивание вихрей проявляется пятнами (доменами) на 60–67% поверхности Мирового океана, характерные размеры этих пятен составляют около 200 км. Вытягивание вихрей в филаменты обеспечивает «перекачку» энергии из мезомасштабных процессов в субмезомасштабные. По данным глобального океанического реанализа GLORYS12V1 построены распределения доменов в Мировом океане. Показано, что вне зависимости от масштабов пространственного усреднения интегральная площадь областей, где мезомасштабные вихри могут вытягиваться в нити, доминирует.

23.05-01.135 Условия формирования глубоководных противотечений в северо-восточной части Черного моря. *Маркова Н.В., Дымова О.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 25-36. Рус.

На основе результатов численного моделирования проведено исследование факторов возникновения узких нестационарных течений, формирующихся в Черном море в нижней части постоянного пикноклина и глубже. Предпосылки генерации глубоководных противотечений в гидрофизических полях Черного моря изучены на примере его северо-восточного региона, где они обнаруживаются наиболее часто. В сентябре 2016 г. и феврале 2017 г. противотечения в районе северокавказского побережья были зафиксированы по данным наблюдений буя-профилимера ARGO ID6901833. На основе численной модели МГИ с разрешением 1.6 км и ассимиляцией данных гидрологических наблюдений температуры и солёности выполнено численное моделирование гидрофизических полей Черного моря для периода 2016–2017 гг. По результатам расчета воспроизведено изменение направления глубоководных течений в указанном районе, проанализированы поля основных гидрофизических параметров и их производные характеристики. Показано влияние мезомасштабных антициклонических вихрей и градиентов плотности на структуру и изменчивость поля скорости. Установлено, что противотечения распространялись в антициклоническом направлении вдоль материкового склона на горизонтах от 50–100 до 500 м в течение нескольких суток, а их формирование происходило в условиях ослабления циклонического Основного Черноморского течения в верхнем слое моря и усиления Керченского антициклона.

Активные и пассивные сонарные системы, алгоритмы обработки сигналов

23.05-01.136 Ошибки определения глубины погружения объекта гидролокатором для многолучевого канала в глубоком море при направленном приеме в вертикальной плоскости. *Либенсон Е.В., Стреленко Т.В. Гидроакустика.* 2023, № 54,

с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Проведены оценки случайных ошибок определения глубины погружения объекта гидролокатором, связанных с интерференцией многолучевых сигналов. Рассмотрена взаимосвязь между параметрами многолучевой структуры и ошибками определения глубины погружения объекта. Исследования проведены на программном макете для условий глубокого моря на примере гидроакустических условий Японского моря в осенний период. Получено, что в глубоком море при использовании сложных зондирующих сигналов ошибки определения угла прихода эхосигнала (за счет интерференции многолучевых сигналов) для рассмотренных случаев уменьшаются с 0.45 до 0.19° при улучшении разрешающей способности сигнала по времени от 5 до 1.25 мс. При этом ошибки определения глубины погружения объекта уменьшаются с 85 до 37 м. Ключевые слова: гидролокатор, глубина погружения объекта, угол прихода эхосигнала в вертикальной плоскости, интерференция в многолучевом канале, тональный и сложный эхосигналы, разрешающая способность сигналов по времени.

Гидроакустические преобразователи и антенны

23.05-01.137 Методы обнаружения объектов и обработки гидроакустических сигналов. *Пятакович В.А., Васильченко А.М., Алексеев О.А. Морской сборник.* 2023, № 5, с. 78-81. Рус.

Рассмотрены обстоятельства, обусловившие необходимость разработки нового метода, основанного на подсветке среды сигналами низкой звуковой частоты, обеспечивающего обнаружение объектов на дальних дистанциях. Согласно результатам испытаний, закономерности нелинейного взаимодействия и параметрического преобразования сигналов, лежащие в основе метода, повышают полезную информативность принимаемых сигналов и обеспечивают обнаружение объектов в морской среде. Извлечение из гидроакустических сигналов признаков обнаруженного объекта определяет основы алгоритмизации обработки данных при решении задачи распознавания морских целей в интеллектуальных экспертных системах ВМФ.

23.05-01.138 Помехоустойчивость когерентного приема сигналов с многопозиционной фазовой манипуляцией и синусоидальной огибающей в гидроакустическом канале связи. *Денисов В.Е. Журнал радиоэлектроники.* 2023, № 7, с. 2. Рус.

Основной целью данной работы является разработка методики определения параметров сигналов с многопозиционной фазовой манипуляцией (М-ФМ), при которых сигналы становятся относительно инвариантными к частотным искажениям в морской среде. Частотные искажения сигналов обусловлены неравномерностью частотной характеристики затухания морской среды. Главной частью указанной методики является оценка влияния частотных искажений сигналов на помехоустойчивость приема. Для этого определяется вероятность ошибки приемника сигналов М-ФМ, который оптимален при отсутствии искажений. Методы: Используются положения прикладной гидроакустики, теории случайных процессов и теории передачи дискретных сообщений. Основное содержание: В работе рассматривалась модель однолучевого гидроакустического канала связи, характерная для глубокого моря, когда приемник или передатчик расположен в глубине моря. В качестве коэффициента передачи канала используется коэффициент передачи с гауссовской амплитудно-частотной характеристикой и линейной фазо-частотной характеристикой. Определена аддитивная граница вероятности ошибки при когерентном приеме сигналов М-ФМ с синусоидальной огибающей. В качестве приемника рассматривается когерентный приемник, оптимальный по критерию максимального правдоподобия при действии белого гауссовского шума и отсутствии искажений в морской среде. Введена логарифмическая мера увеличения вероятности ошибки, которая характеризует ухудшение помехоустойчивости за счет частотных искажений в канале. Для некоторых типовых случаев определены значения параметров сигналов, относительно инвариантных к частотным искажениям в морской среде. Результаты: Найдены выражения для верхней границы

вероятности ошибки когерентных приемников сигналов М-ФМ с синусоидальной огибающей для $M=2, 4, 8, 16, 32$. Введена логарифмическая мера относительного увеличения вероятности ошибки по сравнению со случаем отсутствия искажений. Определена функциональная зависимость этой меры от длительности посылки сигнала, несущей частоты и числа фаз сигнала, а также от дальности связи и отношения сигнал/шум. На плоскости несущая частота, длительность посылки сигнала для каждого вида сигнала построена граница области, выше которой сигналы являются относительно инвариантными к частотным искажениям в морской среде. Проведено сравнение со случаем приема сигналов М-ФМ с прямоугольной огибающей. Показано, что инвариантные сигналы с синусоидальной огибающей имеют меньшую длительность, чем сигналы с прямоугольной огибающей. Кроме того, длительность сигналов с синусоидальной огибающей значительно меньше зависит от числа фаз сигнала.

23.05-01.139 Система гидролокационного обнаружения высокоскоростного малоразмерного объекта (двухчастотный гидролокатор). Казутина М.Е., Крицкий С.А., Охрименко С.Н., Паршук В.Н., Рубанов И.Л. Датчики и системы. 2022, № 4, с. 51-55. Рус.

Рассмотрен актуальный для морской навигации вопрос увеличения дальности и повышения надежности обнаружения высокоскоростного малоразмерного объекта (цели) при помощи гидролокатора. Ключевые слова: высокоскоростной малоразмерный объект, двухчастотный гидролокатор.

23.05-01.140 Устойчивость системы наведения автономных подводных аппаратов в присутствии подводных течений. Скороход В.А., Жилияков П.В. Морские интеллектуальные технологии. 2023, 2, № 3-1, с. 70-78. Рус.

Рассматривается задача наведения автономных подводных аппаратов (АПА) на заданный объект в горизонтальной плоскости при действии неконтролируемого постоянного течения. Управление формируется по изображениям, поступающим с видеокамеры или гидроакустического датчика, измеряя угол визирования, характеризующий положение объекта. Наш подход основывается на методах теории устойчивости, позволяющих обеспечить желаемое поведение АПА. Специфика рассматриваемой задачи анализа устойчивости определяется ее терминальным характером — правые части замкнутой управляемой системы имеют сингулярную точку в момент окончания процесса наведения. Это обстоятельство существенно затрудняет решение задачи, не позволяя использовать известные методы. Мы формализуем желаемое поведение АПА в виде определений устойчивости, разрабатываем подход к анализу их устойчивости, основанный на методе функций Ляпунова, и предлагаем критерии устойчивости. Полученные результаты иллюстрируются компьютерным моделированием.

23.05-01.141 Повышение эффективности гидроакустического комплекса надводного корабля на основе использования мультистатистических методов гидролокации. Кулаков А.Х., Макаров Н.А., Чернов В.П. Гидроакустика. 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Рассматриваются особенности формирования эхопортретов объектов обнаружения в зависимости от ракурсов облучения зондирующими сигналами. На основе анализа интегральных характеристик эхопортретов показана возможность повышения помехоустойчивости мультистатистического гидролокатора за счет корреляционной связи бликовой структуры эхосигналов одного и того же объекта обнаружения в выбранных приемных каналах многоканальных приемных трактов каждой из двух разнесенных антенн в составе гидроакустического комплекса надводного корабля. Ключевые слова: бистатистическая гидролокация, мультистатистическая гидролокация, эхопортрет, бликовая структура.

23.05-01.142 Алгоритмы моделирования сигналов на выходе многоэлементных гидроакустических антенн. Машошин А.И., Прокопович В.В., Шафранюк А.В. Гидроакустика. 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Приводится описание алгоритмов моделирования шумовых

сигналов морских объектов и шумов моря на выходе многоэлементных приемных гидроакустических антенн, обеспечивающих адекватность и сокращение времени моделирования. Ключевые слова: гидроакустика, многоэлементная антенна, моделирование.

23.05-01.143 Пространственная избирательность вертикально протяженной линейной антенны в подводном звуковом канале. Волкова А.А., Консон А.Д. Гидроакустика. 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Рассмотрена возможность получения пространственной избирательности и локализации обнаруженного источника шума при использовании вертикально протяженной линейной антенны в подводном звуковом канале. Проведено компьютерное моделирование в условиях реального волновода с подводным звуковым каналом в Черном море в летний период года. Предложен метод консолидированной обработки сигнала на апертуре вертикально протяженной линейной антенны, который позволяет синфазно «собирать» сигнал, обладающий разными амплитудно-фазовыми характеристиками на апертуре антенны, и создавать тем самым «кумулятивный эффект». Показано, что метод консолидированной обработки работоспособен, позволяет увеличить мощность принимаемого сигнала и обладает свойством пространственной избирательности по расстоянию и глубине погружения источника в широком диапазоне их значений. Ключевые слова: гидроакустика, шумопеленгование, локализация, акустические лучи, подводный звуковой канал, вертикально развитая антенна.

Подводные измерения и калибровка аппаратуры

23.05-01.144 Обнаружение эхо-сигналов с учетом многолучевости волновода и многобликовости отражателя. Драченко В.Н., Кузнецов Г.Н., Мищенко А.Н. Акустический журнал. 2023, 69, № 4, с. 465-477. Рус.

В шельфовой зоне выполнено экспериментальное исследование возможности повышения вероятности обнаружения эхо-сигналов на фоне помех в результате учета многолучевой модели волновода и конструктивных особенностей отражателя. Экспериментально обоснована возможность увеличения дальности сопровождения и уменьшения вероятности ложных тревог при использовании алгоритма, использующего продолжительность временного интервала, в течение которого наблюдается последовательность отраженных от одного отражателя сигналов в связи с многолучевостью распространения сигналов и многобликовостью отраженного сигнала, если структура цели сложная и включает несколько разнесенных в пространстве отражателей. Даны рекомендации по выбору интервалов — длин реализации, в пределах которых возможно суммирование энергии отраженных сигналов. Показано, что в результате накопления мощности сигнала с использованием алгоритма, частично учитывающего модель эхо-сигнала, увеличивается время сопровождения цели и уменьшаются ложные тревоги.

См. также **23.05-01.137, 23.05-01.138**

Компьютерное моделирование в гидрофизике и гидроакустике

23.05-01.145 Взаимодействие мод на киле тороса в широкой полосе частот. Григорьев В.А., Луньков А.А. Акустический журнал. 2023, 69, № 4, с. 453-464. Рус.

В рамках численного моделирования исследуется возможность дистанционного акустического мониторинга килей торосов в мелководных волноводах, покрытых льдом. Рассматривается среднестатистический для арктического региона торос с осадкой киля 8 м, помещенный в волновод глубиной 40 м. Предполагается, что гряда тороса перпендикулярна акустической трассе, длина которой 10 км. Используется точечный широкополосный источник и вертикальная приемная антенна, необходимая для выделения модальных амплитуд. Показано, что взаимодействие мод на киле достаточно ярко проявляется в мо-

дуляции амплитуд мод в широкой полосе частот. Предложена методика анализа этой модуляции с помощью построения кепстрограмм (спектрограмм от спектра). На кепстрограммах выявляются дисперсионные кривые, соответствующие парам взаимодействующих мод. Затем по расположению дисперсионных кривых на кепстрограмме можно оценить местоположение килля на трассе.

23.05-01.146 Исследование возможности классификации гидроакустических сигналов с использованием метода сингулярного разложения матриц. Прокаев А.Н. *Гидроакустика*. 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Проведено исследование возможности классификации гидроакустических сигналов по форме сплошной части спектра с использованием математического аппарата сингулярного разложения матриц, известного также как SVD-разложение. Показано, что эффективность указанной классификации определяется преимущественно объемом и качеством выборки эталонных записей шумовых сигналов, используемых SVD-алгоритмом распознавания в качестве обучающей информации. Ключевые слова: сингулярное разложение матриц, SVD-разложение, классификации шумовых сигналов.

Лабораторное экспериментальное моделирование

23.05-01.147 О построении маршрута ретрансляции сообщений в сетевой гидроакустической коммуникационной системе с кластерной организацией. Блинов Д.А., Полников П.А., Чилингаров А.О. *Гидроакустика*. 2023, № 54,

с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Рассмотрены существующие алгоритмы маршрутизации в сетевых коммуникационных системах. Предложен новый энергетически эффективный алгоритм маршрутизации, основанный на кластерной организации сетевой гидроакустической системы связи. Применение кластерной организации узлов снижает расходы энергии на обмен служебной информацией при сохранении возможности построения обходных маршрутов в случае выхода из строя одного или нескольких узлов-ретрансляторов. Новый алгоритм отвечает требованиям в части снижения энергопотребления, позволяет масштабировать сеть за счет добавления новых кластеров и увеличения или уменьшения количества узлов-ретрансляторов в каждом из кластеров. Использование алгоритма наиболее эффективно в сетях с низким трафиком, что характерно для сетевых гидроакустических коммуникационных систем. Ключевые слова: маршрутизация, кластеризация, энергетическая эффективность, гидроакустический буй, звукоподводная сеть.

23.05-01.148 Принципы построения сенсорной подсистемы системы оперативной океанологии. Ерышев А.В., Жильцов Н.Н., Лобанов В.Н., Миклушин И.И. *Гидроакустика*. 2023, № 54, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA54.pdf>. Рус.

Рассматриваются основные принципы построения сенсорной подсистемы системы оперативной океанологии, создаваемой в России. Показаны предназначение, решаемые задачи, состав сенсорной подсистемы. Ключевые слова: оперативная океанология, сенсорная подсистема, гидрофизические параметры, пространственная изменчивость.

См. также **23.05-01.137**, **23.05-01.140**, **23.05-01.141**, **23.05-01.142**

Атмосферная и аэроакустика

Механизмы, влияющие на распространение звука в воздухе

23.05-01.149 Глава 10. Электромагнитные свойства дисперсных сред. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 3, с. 431-477. Рус.

Рассмотрены основные электромагнитные характеристики дисперсных сред, которые широко распространены в атмосфере Земли. Введены основные понятия для количественных характеристик поглощения и рассеяния как отдельных (изолированных) частиц, так и дисперсных сред в виде облака взаимодействующих случайно распределённых рассеивателей. Представлены основные положения теории рассеяния Ми и широко используемые в дистанционной практике приближения (рассеяние Рэлея), резонансное рассеяние, приближение геометрической оптики. Введены основные характеристики, описывающие механические дисперсные свойства гетерогенных смесей. Рассмотрены поглощающие и рассеивающие свойства природных полидисперсных сред, содержащих водные капли и водные частицы в различных фазовых состояниях. В главе приведён богатый набор экспериментальных наблюдательных данных по характеристикам поглощения и рассеяния дисперсных сред, распространённых как в атмосфере Земли, так на планетах земной группы. Основное внимание уделено анализу электромагнитных характеристик, предназначенных для исследования процессов рассеяния и поглощения в дисперсных средах преимущественно в микроволновом диапазоне. Приведены основные результаты исследования высококонцентрированных дисперсных сред в микроволновом диапазоне.

23.05-01.150 Глава 11. Селективные излучения. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 3, с. 478-514. Рус.

Рассмотрены основные энергетические соображения, включая принцип детального равновесия, и основные механизмы селективных излучений, лежащие в основе квантовой модели

теории переноса излучения. Дан анализ основных уравнений и фундаментальных положений, необходимых для изучения переноса излучения в газовых средах. Полное решение уравнения переноса излучения, приведённое в настоящей главе, широко используется при рассмотрении переноса излучения в земной атмосфере. Основное внимание уделено анализу решений теории переноса, предназначенных для исследования процессов собственного излучения в микроволновом диапазоне.

Инфразвуковые и акустико-гравитационные волны

23.05-01.151 Частоты и профили стоячих изгибно-гравитационных волн. *Калиниченко В.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2023, № 5, с. 103-109. Рус.

Представлены новые результаты экспериментов по исследованию влияния плавающей тонкой пластины на регуляризацию стоячей гравитационной волны Фарадея на свободной поверхности воды в прямоугольном сосуде. Показано, что увеличение толщины плавающей пластины существенно сказывается как на собственной частоте колебаний гидроупругой системы, так и на форме профилей наблюдаемых стоячих изгибно-гравитационных волн. При толщине пластины ниже критического значения форма волны описывается теорией нелинейных гравитационных волн; при больших толщинах следует использовать в качестве аппроксимирующих зависимостей приближение "сухой балки".

Распространение в стационарной атмосфере, метеорологические факторы

См. **23.05-01.149**, **23.05-01.150**

Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

23.05-01.152 Действие пульсирующего источника в жидкости при наличии сдвигового слоя. *Стурова И.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 14-26. Рус.*

Решена двумерная нестационарная задача о развитии волнового движения в двухслойной жидкости конечной глубины, ограниченной сверху свободной поверхностью. Рассмотрены случаи, когда в невозмущенном состоянии один из слоев покоится, а в другом (приповерхностном или придонном) горизонтальная скорость потока линейно меняется по глубине. Определены дисперсионные зависимости и групповые скорости трех волновых мод, возникающих при наличии сдвигового потока. Вычислены вертикальные смещения свободной поверхности, вызванные включением пульсирующего источника, расположенного в изначально неподвижном слое жидкости. Задача рассматривается в линейной постановке, жидкость предполагается идеальной и несжимаемой.

23.05-01.153 Экспериментальное исследование структуры возмущений от двух импульсных источников в сверхзвуковом пограничном слое пластины. *Афанасьев Л.В., Ермолаев Ю.Г., Косинов А.Д., Кочарин В.Л., Семенов Н.В., Яцкиз А.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 27-36. Рус.*

Описано развитие нового экспериментального метода введения в сверхзвуковой пограничный слой контролируемых возмущений с заданной частотно-волновой структурой. Представляются данные экспериментов по формированию возмущений от двух импульсных источников (импульсный тлеющий разряд) в ламинарном пограничном слое пластины при числе Маха, равном 2. Эксперименты выполнены в аэродинамической трубе Т-325 ИТПМ СО РАН. Локализованные источники располагались на одинаковом расстоянии от передней кромки пластины в 6 мм друг от друга по размаху. Пульсации потока измерялись с помощью однониточного датчика термоанемометра постоянного сопротивления, запись сигнала проводилась синхронно с зажиганием разрядов, что позволяло выделять возмущения от разрядов из фона случайных неконтролируемых "естественных" пульсаций пограничного слоя. Анализируются пространственно-временная структура и частотно-волновой состав генерируемых возмущений от одиночного и двух разрядов, работающих синхронно и с задержкой во времени. Получено, что наибольшие отличия в структуре возмущений от одного и двух источников наблюдаются в центральной области, тогда как на боковых границах возмущения пульсации близки во всех рассматриваемых случаях. В спектрах возмущений по поперечным волновым числам от двух разрядов формируются узлы и пучности, положение которых определяется расстоянием между источниками и временной задержкой в их работе.

См. также **23.05-01.124, 23.05-01.149, 23.05-01.150**

Аэро-термо-акустика и акустика горения

23.05-01.154 Особенности формирования факела при столкновении двух ламинарных газовых струй. *Козлов В.В., Литвиненко Ю.А., Катасонов М.М., Сарычев Д.В., Шамаков А.Г. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4, с. 131-136. Рус.*

Представлены результаты исследований процесса взаимодействия двух соударяющихся осесимметричных ламинарных микроструй пропан/бутановой смеси при диффузионном горении и без горения. Истечение газовой смеси осуществлялось через круглые трубки с равными скоростями. В процессе эксперимента варьировалось поперечное положение трубок относительно друг друга с сохранением угла между ними. Выявлены особенности формирования результирующей струи в зависимости от поперечного положения трубок. Если трубки находятся в одной плоскости, то результирующая струя формируется в ортогональной к ней плоскости. Данный процесс наблюдается при взаимодействии горящих и не горящих струй. При увеличении скорости истечения струй обнаружена область локального разрыва фронта пламени.

Ударные и взрывные волны, звуковой удар

См. **23.05-01.48, 23.05-01.94**

Измерения звука в воздухе, методы и аппаратура для локации, навигации, альтиметрии, акустического районирования

23.05-01.155 Вероятностный анализ непрерывной работы пассивных обнаружителей движущихся источников шумоизлучения. *Егоров С.В., Горбачев Р.И. Морские интеллектуальные технологии. 2023, 2, № 3-1, с. 145-154. Рус.*

Получены вероятностные характеристики ожидания и обнаружения сигнала для пассивных обнаружителей движущихся источников шумоизлучения. Вывод характеристик выполнен путем использования выбросовой вероятностной модели непрерывного контроля текущих значений индикаторных процессов — помехового и суммарного (сигнально-помехового) в индикаторном устройстве обнаружителя. Рассмотрены обнаружители двух видов: однопороговый (с порогом обнаружения только по уровню) и двухпороговый (с порогами обнаружения по уровню и длительности). Характеристики однопорогового обнаружителя определены в полном диапазоне значений вероятностей ложной тревоги и правильного обнаружения. Для двухпорогового обнаружителя характеристика ожидания определена в диапазоне значений вероятности ложной тревоги менее 0.1, характеристика обнаружения — в диапазоне значений вероятности правильного обнаружения более 0.9. Эти диапазоны достаточны как для определения порогов обнаружения по уровню и длительности по заданной величине вероятности ложной тревоги, так и для определения индикаторной аппаратной чувствительности обнаружителя по заданной величине вероятности правильного обнаружения. Анализом и сравнением характеристик обнаружителей двух видов показаны дополнительные возможности, возникающие с введением порога обнаружения по длительности.

Авиационная акустика

23.05-01.156 Преднапряженные многослойные конструкции из полимерных композитов для решения задач виброакустики летательных аппаратов. *Карпов Е.В., Ларичкин А.Ю., Говердовский В.Н., Бровкина Ю.И., Прохоров А.Н. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2023, 511, № 1, с. 60-66. Рус.*

Предложен подход к созданию компактных и миниатюрных систем инфра- и низкочастотной виброизоляции на основе слоистых композитных упругих элементов с регулируемой отрицательной и квазиулевой жесткостью. Решены новые задачи моделирования заданных параметров жесткости и несущей способности элементов определенной геометрии при комбинированном нагружении, за счет варьирования структуры, упругих свойств и расположения слоев и управления локальной подвижностью связующего. Корректность подхода основана на результатах экспериментального проектирования и исследования моделей систем. Применение подхода позволяет качественно изменить решение ряда критических задач виброакустики авиационной и другой перспективной техники. Ключевые слова: полимерный композит, подвижное связующее, закритическое деформирование, инфра- и низкочастотная виброизоляция.

23.05-01.157 Тематический выпуск "Вычислительный эксперимент в аэроакустике и аэродинамике". *Козубская Т.К. Мат. моделир. 2023, 35, № 9, с. 3-4. Рус.*

23.05-01.158 Численное исследование аэродинамики головного блока при аварии на старте в условиях ветрового воздействия. *Анижеева М.И. Мат. моделир. 2023, 35, № 9, с. 5-21. Рус.*

Осуществляется численное моделирование обтекания тел отделяемого головного блока с системой аварийного спасения и ракеты-носителя в процессе их разделения в условиях ветра с

определением сил, моментов и распределения давления в квазистационарной постановке — изменение расстояния между телами задается дискретно. Главной задачей данного этапа является определение влияния ветра, струй двигательной установки и расстояния между объектами на газодинамические силы и моменты.

23.05-01.159 Метод высокого порядка точности для расчета начальной стадии обледенения элементов конструкции гражданского самолета. *Босняков С.М., Волков А.В., Михайлов С.В., Подаруев В.Ю. Мат. моделир.* 2023. 35, № 9, с. 22-44. Рус.

Представлен эффективный подход на основе разрывного метода Галеркина высокого порядка точности для расчета начальной стадии обледенения крыла самолета. Задача решена в приближении Эйлера для водяных капель малого размера, не оказывающих влияния на основной поток. Выписаны системы уравнений Навье—Стокса и модели Эйлера для движения водной среды и некоторые соотношения уравнений термодинамики нарастания льда. Сформулированы начальные и граничные условия. Предложена суперкомпьютерная реализация разрывного метода Галеркина для решения указанных систем уравнений. Исследована эффективность параллельной версии программы. Даны комментарии по особенностям организации процедуры расчета. Исследована точность расчета с применением схем разрывного метода Галеркина различного порядка точности. Представлены тестовые случаи обтекания цилиндра и профиля NASA0012 мелкодисперсным потоком переохлажденных капель. Проведено сопоставление расчетных и экспериментальных данных. Сделано заключение о возможности применения разработанной методологии на практике.

23.05-01.160 Исследование вихреразрывающим методом влияния дросселирования на спектры пульсаций давления в спаренном сверхзвуковом воздухозаборнике. *Любимов Д.А. Мат. моделир.* 2023. 35, № 9, с. 61-76. Рус.

С помощью вихреразрывающего RANS/ILES метода исследовано течение в спаренном модельном сверхзвуковом воздухозаборнике (ВЗ) смешанного сжатия с системой слива пограничного слоя. Проанализировано влияние типа системы слива пограничного слоя и дросселирования соседних ВЗ на особенности течения, уровень и спектры пульсаций давления в каждом из ВЗ. Рассмотрены варианты с одинаковым и различным дросселированием в каждом из ВЗ, общей и раздельной для соседних ВЗ системой слива. Дано краткое описание метода расчета и граничных условий. Представлены уровни OASPL в ВЗ в зависимости от степени дросселирования. Выявлено влияние дросселирования одного из ВЗ на течение и особенности 1/3-октавных спектров пульсаций давления в соседнем ВЗ.

23.05-01.161 Экспериментальная проверка метода и программы расчета низкочастотных пульсаций на границе струи натурной дозвуковой аэродинамической трубы замкнутого типа. *Босняков С.М., Ливерко Д.В., Маленко В.В., Михайлов С.В., Морозов А.Н. Мат. моделир.* 2023. 35, № 9, с. 77-95. Рус.

Сопоставлены результаты нескольких серий расчетных и экспериментальных исследований, в которых низкочастотные пульсации полного давления в струе исследовались различными методами. Расчет выполнен методом LES (IDDES) с применением программы EWT-ЦАГИ. Эксперимент проведен с применением манометров, датчиков ИКД-100 и Kulite. Осуществлена визуализация потока. Показано, что расчетные и экспериментальные данные находятся в приемлемом соответствии друг с другом во всех областях, за исключением внешней границы струи, где расчетная сетка имеет недостаточное сгущение.

23.05-01.162 Использование метода гармонического баланса для расчета тонального шума первой подпорной ступени компрессора низкого давления. *Россижин А.А., Милешин В.И. Мат. моделир.* 2023. 35, № 9, с. 96-116. Рус.

Представлены результаты расчетных исследований тонального шума первой подпорной ступени турбореактивного двухконтурного двигателя с высокой степенью двухконтурности для режима работы «посадка». Исследования выполнены с помощью метода расчета тонального шума многоступенчатых тур-

бомашин в частотной области, разработанного в ЦИАМ. Используется вариант метода, предназначенный для расчетов в нелинейной постановке, в рамках которого расчет в каждом венце проводится для нескольких межлопаточных каналов. В процессе расчета применяется разновидность метода гармонического баланса для многотоновых возмущений основанная на искусственном отображении частот. Результаты расчета сопоставлены с полученными ранее результатами расчета во временной области (также выполненного в нелинейной постановке) и с результатами эксперимента на стенде ЦИАМ. И в том, и в другом случае показано удовлетворительное соответствие между данными. Таким образом, рассматриваемый в данной работе метод расчета тонального шума в частотной области в нелинейной постановке может использоваться для предсказания тонального шума многоступенчатых турбомашин.

23.05-01.163 Ограничения в задаче поиска оптимальных траекторий сверхзвукового неманевренного самолета. *Кумахшев С.А., Шматков А.М. Прикл. мат. и мех.* 2023. 87, № 4, с. 631-641. Рус.

Рассмотрено влияние фазовых и иных ограничений на метод поиска траекторий гражданского сверхзвукового летательного аппарата, оптимальных по расходу топлива. На основании найденных методом динамического программирования решений, учитывающих многочисленные условия, которым должны удовлетворять высота полета, угол тангажа, нормальная перегрузка, скорость самолета, сила тяги двигателей и т.д., показано, что почти все эти условия во время начального этапа вычислений можно игнорировать, поскольку оптимальное решение на них не выходит. Следовательно, можно сначала применять принцип максимума, а метод динамического программирования использовать лишь в тех случаях, когда значительная часть ограничений оказывается существенна.

23.05-01.164 Аналитический метод в линейной трехмерной аэродинамике тонкого прямоугольного крыла. *Сумбатян М.А., Самсонов И.К. Прикл. мат. и мех.* 2023. 87, № 4, с. 670-683. Рус.

Развивается аналитический метод в классической задаче обтекания тонкой прямоугольной пластинки большого удлинения. Показывается, что при специальном разложении по ортогональным системам функций с весом, определяемым качественным поведением решения, исходное двумерное интегральное уравнение асимптотически эквивалентно множеству независимых одномерных интегральных уравнений. Для них строится асимптотический метод, родственному методу пограничных решений, который позволяет получить аналитические представления для основных аэродинамических характеристик. Сравнение с численным методом дискретных вихрей показывает, что точность полученного решения является высокой не только для больших, но и для средних удлинений крыла.

См. также **23.05-01.49**, **23.05-01.55**, **23.05-01.62**, **23.05-01.79**, **23.05-01.114**, **23.05-01.153**

Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

23.05-01.165 Исследование структуры турбулентных недорасширенных сверхзвуковых струй методом лазерного просвечивания. *Маракасов Д.А., Сугарев А.А., Цык Р.Ш. Оптика атмосферы и океана.* 2023. 36, № 8, с. 694-701. Рус.

Представлены результаты анализа пространственного распределения средней плотности воздуха в сверхзвуковой струе по данным лазерного просвечивания. Алгоритм восстановления средней плотности из поперечных относительно оси струи отклонений фронта просвечивающей волны протестирован в экспериментах на вертикальной струйной установке ИТПМ СО РАН. Результаты восстановления сопоставляются с известными из литературы данными контактных измерений и с результатами численного моделирования. Продемонстрирована хорошая чувствительность локальных наклонов волнового фронта к колебаниям плотности воздуха на частотах дискретных акустических тонов, что открывает возможности экспериментального исследования их пространственной структуры в канале струи.

Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика

Акустические волны в многофазных средах

См. 23.05-01.120

Сейсмическое зондирование геологических структур

23.05-01.166 Микросейсмисмы как инструмент геофизических исследований. Состояние вопроса. *Беседина А.Н., Тубанов Ц.А. Вулканология и сейсмология.* 2023. 17, № 2, с. 12-32. Рус.

При рассмотрении микросейсмического шума в качестве инструмента геофизических исследований определяющее значение имеют пространственно-временные характеристики самого шума. Важным этапом исследований является характеристика распределения источников шума как в частотном диапазоне, так и по энергетическому составу. В обзоре рассмотрены основные механизмы генерации микросейсмических колебаний в широком диапазоне частот, включая первичные и вторичные микросейсмисмы (0.05–0.3 Гц), низкочастотные колебания (0.2–50 мГц), высокочастотные колебания (2–60 Гц), озерные микросейсмисмы (0.5–2 Гц). В работе также описаны наиболее востребованные методики, используемые для обработки и анализа непрерывного потока данных микросейсмического шума; продемонстрирован широкий спектр геофизических задач, для решения которых привлечены результаты регистрации микросейсмических колебаний.

23.05-01.167 Основы феноменологической теории землетрясений. *Гульельми А.В., Клайн Б.И., Завьялов А.Д., Зотов О.Д. Вулканология и сейсмология.* 2023. 17, № 5, с. 84-94. Рус.

Феноменология представляет собой единство принципов и методов исследования сущности явлений. Данная статья является конспективным обзором цикла работ, выполненных авторами за прошедшие десять лет. Общая направленность работ состоит в том, что феноменологические идеи физики используются для анализа землетрясений. Образцом феноменологической теории является термодинамика. Электродинамика Максвелла также является совершенным образцом феноменологической теории. Феноменология землетрясений еще далеко не достигла такого уровня. В системе рационального знания о геодинамике мы пока что достигли статуса предварительного представления о предмете, методах и задачах будущей феноменологической теории землетрясений. Тем не менее, уже на данном этапе отчетливо видна перспективность предлагаемого подхода к построению теории. В статье на конкретных примерах показано, что при поиске основ теории, при обработке и анализе конкретных проявлений сейсмичности полезно использовать феноменологические представления общей физики.

23.05-01.168 Возможный сейсмогенно-триггерный механизм эмиссии метана, разрушения ледников и потепления климата в Арктике и Антарктике. *Лобковский Л.И., Баранов А.А., Рамазанов М.М., Владимиров И.С., Габсатаров Ю.В., Алексеев Д.А. Вопросы инженерной сейсмологии.* 2023. 50, № 3, с. 33-47. Рус.

Предлагается сейсмогенно-триггерный механизм активизации эмиссии метана на Арктическом шельфе в конце 1970-х годов, вызвавшей начало резкого потепления климата в Арктике, а также интенсивного разрушения покровно-шельфовых ледников Западной Антарктиды в конце 20 и начале 21-го вв., сопровождаемого выделением метана из подстилающих гидратсодержащих осадочных пород и быстрым потеплением климата в Антарктиде. Данный механизм связан с действием деформационных тектонических волн в системе литосфера—астеносфера, вызванных сильнейшими землетрясениями, происходящими в наиболее близко расположенных к полярным областям зонах субдукции: Алеутской, находящейся в северной части Тихого океана, Чилийской и Кермадек—Маккуори, расположенных в юго-восточной и юго-западной частях Тихоокеанской литосфе-

ры. Возмущения литосферы передаются со средней скоростью около 100 км/год на большие расстояния порядка 2000—4000 км и связанные с ними добавочные напряжения, приходящие в Арктику и Антарктиду через несколько десятков лет после землетрясений, приводят к разрушению метастабильных газогидратов, находящихся в мерзлых породах арктического шельфа или в подледных осадочных породах Антарктиды, вызывая парниковый эффект потепления, а также к уменьшению сцепления покровных ледников с подстилающими породами, ускоренному их скольжению и разрушению покровно-шельфовых ледников Антарктики. Рассмотренная гипотеза приводит к выводу, что в грядущие десятилетия процессы разрушения ледников и потепления климата в Антарктиде будут нарастать из-за беспрецедентного роста числа сильнейших землетрясений в зонах субдукции юга Тихого океана в конце 20 и начале 21-го веков.

23.05-01.169 О различии физических механизмов разноглубинных землетрясений и характера их ионосферного отклика. *Родкин М.В., Липеровская Е.В. Вопросы инженерной сейсмологии.* 2023. 50, № 3, с. 48-62. Рус.

Согласно парадоксу сейсмичности, землетрясения по механизму обычного хрупкого разрушения не могут возникать на глубинах более нескольких десятков км. Для объяснения более глубоких землетрясений было предложено несколько моделей, которые, однако, не были убедительно подкреплены данными об изменении с глубиной параметров очагов землетрясений. В статье даны примеры прекращения сейсмичности на уровне земной коры, несмотря на несомненное продолжение аналогичных сдвиговых смещений и глубже. По мировым данным продемонстрировано изменение ряда средних параметров землетрясений от глубины. Характер этих изменений согласуется с ожидаемым различием физических механизмов землетрясений по глубине и существенно уточняет принятое разделение землетрясений на мелкие, промежуточные и глубокие. Различие физических механизмов землетрясений предполагает возможное различие характера их предвестников. По часовым данным станции вертикального зондирования ионосферы “Токио” за 1957—2020 гг. показано различие характера сейсмоионосферного эффекта для разноглубинных землетрясений (по данным о более 300 событий) с предположительно разным доминирующим механизмом сейсмогенеза. Оценена средняя амплитуда вариаций критической частоты foF2, обеспечивающая возникновение наблюдаемых аномалий, она составляет всего 2—3% от величины foF2. Разграничение землетрясений по глубине позволило повысить статистическую значимость наблюдаемого сейсмоионосферного эффекта.

23.05-01.170 Слабая сейсмичность и сильнейшие землетрясения на фоне вариаций поля поглощения S-волн. *Аптикаева О.И. Вопросы инженерной сейсмологии.* 2023. 50, № 3, с. 96-109. Рус.

Рассматривается роль относительно слабых землетрясений как инструмента изучения среды, в том числе, в процессе реализации сильных событий. Рассмотрена пространственная структура поля поглощения нескольких сейсмоактивных районов (Гармского прогностического полигона в Таджикистане, Алтай, Кавказа, Восточной Анатолии, Западного Тянь-Шаня), а также эпицентральных областей ряда сильнейших землетрясений и приуроченности к ней “заглубленной” сейсмичности. Показано, что поле поглощения, полученное по короткопериодной коде слабых землетрясений в сейсмически активных районах, неоднородно и состоит из добротных блоков и ослабленных зон сильного поглощения. Отмечается неравномерность распределения “заглубленных” землетрясений. Она связывается с блоковым строением: в ослабленных зонах их доля больше, чем в добротных блоках. Демонстрируются примеры вариации активности “заглубленной” сейсмичности в ослабленных зонах. Она варьирует во времени, увеличиваясь перед сильными землетрясениями. Приводятся факты, свидетельствующие о существовании связи между скоростью вращения Земли и активностью “заглубленной” сейсмичности. Приводятся при-

меры активизации слабой сейсмичности в виде сейсмических роев (серий слабых землетрясений, сконцентрированных в пространстве и во времени) в связи с сильными событиями. Характерной чертой этих роевых серий является изометричность областей локализации землетрясений в плане и вытянутость по вертикали. Они, как правило, совпадают с ослабленными зонами сильного поглощения S-волн. Интенсивная локализованная сейсмичность, приуроченная к одномерным объемам, вероятнее всего, связана с каналами повышенной проводимости, по которым, мигрируют глубинные флюиды. Активизация роевых серий является результатом активной миграции глубинных флюидов и роста флюидонасыщенности ослабленных зон. Флюиды, в свою очередь, являются катализатором процессов, приводящих к уменьшению прочности пород и разрушению блоков в эпицентральных зонах. В данном случае кластеры, к которым относятся роевые серии, могут рассматриваться как локальные сейсмогенные зоны. Появление компактных изометричных в плане и близвертикальных в разрезе кластеров слабой сейсмичности нередко наблюдается и вне эпицентральных зон сильных землетрясений. Такие зоны могут быть просто индикаторами сейсмоструктурной обстановки в регионе в целом. Предполагается, что резкое изменение динамики атмосферного давления в период подготовки сильного землетрясения на гидрометеостанциях, расположенных в таких районах, является следствием межгеосферного взаимодействия литосферы и атмосферы. Одним из основных механизмов аномального поведения атмосферного давления в процессе реализации сильных событий представляется глубинная дегазация. Она наиболее активна в ослабленных зонах. Механизмы воздействия глубинной дегазации на внешние геосферы остаются предметом дискуссий.

Обратные задачи сейсмоакустики

См. **23.05-01.166**, **23.05-01.167**, **23.05-01.168**, **23.05-01.169**, **23.05-01.170**

Акустическое и вибрационное воздействие на нефте- и газоносные структуры

См. **23.05-01.83**

Акустика в космологии и астрофизике

23.05-01.171 Линейные волны в трёхмерных стратифицированных течениях вращающейся плазмы в при-

ближении Буссинеска. *Федотова М.А., Петросян А.С. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов.* М.: ИКИ РАН. 2020, с. 146-148. Рус.

Развита магнитогидродинамическая теория стратифицированных течений вращающейся плазмы в поле силы тяжести в приближении Буссинеска. Учёт силы Кориолиса произведён в четырёх различных приближениях: приближение стандартной f -плоскости, приближение нестандартной f -плоскости (с учётом горизонтальной компоненты силы Кориолиса), приближение стандартной β -плоскости, приближение нестандартной β -плоскости. Получены дисперсионные уравнения магнитных инерционно-гравитационных волн, магнитострофических волн и волн магнито-Россби. В приближении β -плоскости показана эквивалентность низкочастотной волны магнито-Россби в приближении Буссинеска и в магнитогидродинамическом приближении мелкой воды. Ключевые слова: магнитная гидродинамика, стратификация, вращение, волны в плазме, волны Россби, приближение Буссинеска.

23.05-01.172 Дополнительные главы теории турбулентности. *Спиральная турбулентность. Петросян А.С. Механика, управление и информатика.* 2013, № 4, с. 1-64. Рус.

Данный материал основан на курсе лекций, читаемом для студентов кафедры космической физики Московского физико-технического института (Государственного университета), и может служить им учебным пособием. В книге содержатся главы курса гидродинамики, не нашедшие отражения в существующих учебниках. Обсуждается роль спиральности однородного турбулентного течения в генерации крупномасштабных структур. Изложен метод среднего поля для течений турбулентной жидкости с твёрдыми частицами, турбулентных течений с пузырьками газа, турбулентных сдвиговых течений и турбулентных течений при распространении в них звуковых волн. Основное внимание уделено физическим эффектам, вызванным спиральностью турбулентного течения. Показано, что наличие спиральности приводит к генерации крупномасштабных вихревых структур в многофазных и сдвиговых течениях. Спиральность также может привести к трансформации звуковых волн в вихревые. Книга может быть полезна студентам и аспирантам, специализирующимся в области гидродинамики.

23.05-01.173 Звук в космосе. Возможно ли это? *Есинов И.Б. Квант.* 2019, № 11, с. 2-11. Рус.

Акустическая экология; Шумы и вибрации

Шумы и вибрации в воздушной среде

См. **23.05-01.162**

Структурная акустика и вибрации

23.05-01.174 Геометрически нелинейный анализ резонансных колебаний рамной модели надстройки при качке. *Миронов М.Ю., Шарков П.Н. Морские интеллектуальные технологии.* 2023. 2, № 3-2, с. 65-70. Рус.

Работа посвящена созданию комплекса вычислительных моделей гидродинамики и прочности, описывающих поведение маломерного научно-исследовательского судна (НИС), строящегося студенческим конструкторским бюро СПбГМТУ. Рассматривается моделирование поведения легкой гибкой катерной надстройки из стеклопластика, представляющей собой пространственную сложную раму и предназначенную для размещения на ней массивного и жесткого яруса фотоэлектрических панелей. Расчетными для такой конструкции являются инерционные нагрузки при качке судна. Низкая конструкционная жесткость делает необходимым анализ колебаний конструкции в геометрически нелинейной постановке для выявления истинных амплитуд отклика в околорезонансной зоне, запасов проч-

ности и жесткости, возможностей их повышения при использовании такелаж. В первом приближении анализируется поведение плоской рамы без расчалок и с расчалками для случая высокоамплитудного гармонического поворота опорной плоскости, имитирующего бортовую качку.

См. также **23.05-01.130**

Активные методы подавления шума

23.05-01.175 Численное моделирование выпускной трубы двигателя с системой активного шумоподавления. *Иванцов А.О., Клименко Л.С., Любимова Т.П., Ру Б. Вычислительная механика сплошных сред.* 2021. 14, № 4, с. 389-397. Рус.

Изучается выпускная труба двигателя внутреннего сгорания с системой активного шумоподавления. Предложено поместить в выпускную трубу двигателя дополнительный контролируемый источник звука, противоположного по фазе звуковым волнам, идущим от двигателя. В качестве такого источника рассмотрена круглая пластинка, совершающая вращательные колебания с заданной частотой и амплитудой. Для описания состояния газа использована модель идеального газа. Численное исследование движения сжимаемого газа проведено с помощью

Realizable κ - ϵ модели турбулентности. Моделирование источника добавочного звука, создаваемого заслонкой, осуществлено прямым методом, основанным на учете изменения положения заслонки на каждом шаге по времени. Движение заслонки реализуется путем применения скользящей сетки, для этого вокруг заслонки создается сферический сегмент сетки, который вращается в ходе расчетов. Изучено влияние размеров заслонки и параметров входящей звуковой волны на работу системы активного шумоподавления двигателя внутреннего сгорания. Получены зависимости амплитуды колебаний статического и полного давлений на выходе из системы шумоподавления от

амплитуды и радиуса колеблющейся заслонки. Проведены вычислительные эксперименты при различных значениях радиуса выхлопной трубы, а также исследована роль расширительной камеры, находящейся перед заслонкой. Расчеты показали, что предложенная система активного шумоподавления способна уменьшить уровень шума двигателя на 10 дБ, при этом с увеличением радиуса заслонки эффективность системы повышается. Однако в то же время растет и уровень аэродинамического сопротивления, которое система шумоподавления оказывает потоку газа, что может стать причиной снижения мощности двигателя.

Акустика помещений; Музыкальная акустика

Акустика духовых инструментов

23.05-01.176 Моделирование и расчет влияния подрезки тональных отверстий деревянных духовых инструментов на смещение собственных частот воздушного канала. *Герасимов Р.А.* *Акустический журнал*. 2023. 69, № 4, с. 478-489. Рус.

Рассмотрено влияние наличия и величины радиуса кривизны в местах соединения тональных отверстий деревянных духовых инструментов с основным воздушным каналом (подрезка) на смещение его собственных частот. Приведена методика и формулы для численного расчета, позволяющие определять величину эффективного радиуса для открытого и закрытого тональных отверстий с переменным поперечным сечением. На основе полученных зависимостей с помощью метода передаточных матриц осуществлен расчет собственных частот воздушного канала с одним отверстием и проведено сравнение с результатами компьютерного моделирования в программе COMSOL Multiphysics 5.6. Показано, что увеличение степени подрезки звукового отверстия приводит к росту его эффективного радиуса, что повышает резонансные частоты в случае открытого отверстия и понижает в случае закрытого. Усреднение акустической массы (для открытого) и объема (для закрытого) по продольным сечениям отверстия, не обладающего вращательной круговой симметрией в области соединения с основным каналом, дает лучшие результаты при нахождении резонансных частот в сравнении с моделированием.

Общие вопросы строительной акустики

23.05-01.177 Расчётный анализ сейсмической безопасности грузоподъёмных кранов, эксплуатируемых в зданиях и сооружениях, в 2-х частях. Часть 1. Математическая модель базовых конечных элемен-

тов в конечно-элементной теории сооружений. *Панасенко Н.Н., Синельщиков А.В., Яковлев П.В.* *Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях. Материалы Международной научно-практической конференции. Белгород, 21–22 сентября 2017 г.* Белгород: Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. 2017, с. 200-221. Рус.

Расчётный анализ сейсмической безопасности грузоподъёмных кранов, предусмотренный для кранов общепромышленного назначения ФНП «Правила безопасности ОПО, на которых используются подъёмные сооружения», для кранов, используемых на ОИАЭ, НП-031-01 «Нормы проектирования сейсмостойких атомных электростанций» и НП-043-11 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов для ОИАЭ», несмотря на усиление внимания к этой проблеме научной общественности, пока находится на дискуссионном уровне. В связи с этим, авторами настоящего доклада представлено видение задач проектирования кранов в сейсмостойком исполнении как конечно-элементной теории сооружений, так и на основе методов теории сейсмостойкости сооружений — линейно-спектрального метода (ЛСМ) согласно СП 14.13330.2014 и метода динамического анализа (МДА) согласно МР 1.5.2.05.999.0025-2011 «Расчёт и проектирование сейсмостойких атомных станций».

23.05-01.178 Расчётный анализ сейсмической безопасности грузоподъёмных кранов, эксплуатируемых в зданиях и сооружениях, в 2-х частях. Часть 2. Методы расчётного анализа сейсмической безопасности грузоподъёмных кранов. *Панасенко Н.Н., Синельщиков А.В., Яковлев П.В.* *Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях. Материалы Международной научно-практической конференции. Белгород, 21–22 сентября 2017 г.* Белгород: Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. 2017, с. 221-247. Рус.

Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

Компьютерная обработка результатов эксперимента

См. 23.05-01.71

Акустика живых систем; Биологическая акустика

Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

23.05-01.179 Особенности исследования биологических и техногенных объектов с использованием глубоководных буксируемых аппаратов. *Анисимов И.М., Залота А.К., Лесин А.В., Муравья В.О.* *Океанология*.

2023. 63, № 5, с. 840-852. Рус.

Применение буксируемых необитаемых подводных аппаратов (БНПА), оснащенных фото-, видео- и гидролокационными системами, доказало свою эффективность в наблюдении поверхности дна в рамках комплексных исследований Мирового океана. В круг задач, решаемых с помощью аппаратов этого класса, входят биологические исследования донной фауны, а также исследования подводных объектов техногенного происхождения.

БНПА “Видеомодуль”, разработанный в Институте океанологии им. П.П. Ширшова, на протяжении нескольких лет используется для решения этих задач. В настоящей статье анализируется технология океанологических исследований с использованием данного БНПА. ключевые слова: подводные необитаемые буксируемые аппараты, гидролокация, видеосистемы, донная фауна, потенциально опасные объекты.

23.05-01.180 Экспериментальные подходы к изучению локализации источников звука по расстоянию. Андреева И.Г., Ситдииков В.М., Огородникова Е.А. *Сенсорные системы*. 2023. 37, № 3, с. 183-204. Рус.

Представлен обзор современных методов, которых применяются для исследования способности локализации источников звука по расстоянию. Рассмотрены моноауральные и бинауральные признаки локализации. Подробно обсуждается роль бинаурального слуха в оценке расстояния до источника звука. Показано участие признаков локализации в абсолютной и относительной оценке расстояния. Рассмотрены преимущества и ограничения разных экспериментальных подходов к созданию виртуальных звуковых образов. В особом разделе обсуждаются подходы к формированию движущихся звуковых образов. Даны сводные материалы по результатам оценки слуховой разрешающей способности по расстоянию, полученные разными методами для неподвижных и движущихся источников звука. В обзор включены результаты собственных исследований авторов и описание перспективных экспериментальных и прикладных подходов к развитию данного направления. Ключевые слова: пространственный слух, бинауральный слух, локализация по расстоянию, акустическая виртуальная реальность, разрешающая способность слуха, восприятие движения.

23.05-01.181 Влияние октопамина на частотную настройку слуховой системы комаров *Culex pipiens pipiens* (Diptera, Culicidae). Воронцов Д.Д., Ланшин Д.Н. *Сенсорные системы*. 2023. 37, № 3, с. 244-257. Рус.

Цель работы состояла в демонстрации физиологических эффектов действия октопамина на слуховые ответы сенсорных нейронов джонстонова органа у комаров *Culex pipiens pipiens* L. Ответы нейронов на звуковую стимуляцию измеряли до и после введения октопамина (а также хлордиформа, агониста октопаминовых рецепторов) в виде частотно-пороговых кривых или регистрируемой в реальном времени частоты автовозбуждения, возникавшей при включении слухового нейрона в контур обратной связи с использованием усиленного ответа этого нейрона в качестве сигнала для возбуждения акустического излучателя. Из наших результатов следует: октопамин влияет на свойства слуховой системы как самцов, так и самок комаров; у самок комаров октопамин значительно снижает чувствительность рецепторов в диапазоне частот ниже 90 Гц и слабо влияет на чувствительность в диапазоне от 100 Гц и выше; у самцов комаров октопамин существенно повышает частотную настройку слуховой системы (соотношение частот после и до введения вещества 1.32—1.55). Показан сильный половой диморфизм в октопаминанергической модуляции слуховой системы комаров. Наблюдаемые физиологические эффекты октопамина как у самцов, так и у самок комаров не могут быть полностью объяснены модуляцией механической жесткости антенны и должны включать изменение оптимальных частот настройки слуховых нейронов. Ключевые слова: *Culex*, комары, джонстонов орган, слуховые рецепторы, частотная настройка.

23.05-01.182 Инерциальная масса в органе равновесия *Potamococcus diffusus*. Эксперимент на биоспутнике “Бион-11”. Горгиладзе Г.И. *Сенсорные системы*. 2023. 37, № 3, с. 258-268. Рус.

Инерциальную массу в органе равновесия-статоцисте *Potamococcus diffusus* изучали с момента вылупления улиток из яиц и до завершения жизненного цикла. Оценивали последствия воздействия невесомости на инерциальную массу в 14-суточном орбитальном полете на биоспутнике “Бион-11”. По мере взросления улиток диаметр статоциста возрастал с 150 до 650 мкм, а содержащаяся в нем инерциальная масса увеличивалась с 11—13 до 700 статоконий. Внутренняя структура статоконий имела слоистую структуру с ядром в ее центральном участке. Основной минеральный элемент, придающий статоко-

ям тяжесть, это карбонат кальция, представленный в виде кристаллов арагонита. 14-суточная экспозиция в невесомости привела к заметным изменениям морфометрической картины инерциальной массы в статоцистах полетных улиток в сравнении с контрольными улитками синхронного сопровождения. У большей части статоконий возросли показатели площади, размера, периметра, формфактора, длины и ширины, что могло указывать на стимулирующее влияние невесомости на инерциальную массу в органе равновесия *Potamococcus diffusus*. Ключевые слова: улитка, статоцист, статоконии, невесомость, биоспутник “Бион-11”.

23.05-01.183 Различение гребенчатых спектров у испытуемых с ослабленным слухом при двух схемах эксперимента. Нечаев Д.И., Милехина О.Н., Томозова М.С., Супин А.Я. *Сенсорные системы*. 2023. 37, № 3, с. 269-280. Рус.

У испытуемых в возрасте от 30 до 82 лет измеряли частотную разрешающую способность (ЧРС) слуха как предельную плотность (цикл/окт) гребней спектра, при которой сигнал с гребенчатым спектром отличался от сигнала с другим расположением гребней на частотной шкале либо от сигнала с “плоским” (без гребенчатого рисунка) спектром. Сигналы имели либо спектральную полосу шириной 2 окт, центрированную на частотах 1, 2 или 4 кГц, либо широкую спектральную полосу (6 окт, от 0.125 до 8 кГц). Испытуемые старше 60 лет обнаруживали значительное повышение порогов обнаружения тонов по сравнению с нормой (тугоухость). Наблюдали корреляцию ЧРС с порогом обнаружения тона: чем выше порог, тем ниже ЧРС, если задача испытуемого состояла в различении сигналов с разным расположением гребней на шкале частот. Зависимость была статистически достоверной и составляла от -0.04 до -0.07 (цикл/окт)/дБ как для 2-окт, так и для 6-окт сигналов. Предполагается, что в этом случае различение двух сигналов было обусловлено преимущественно спектральным механизмом и зависело от соотношения плотности гребней в спектре сигнала и остроты настройки слуховых фильтров. Если задача состояла в различении гребенчатого и плоского сигналов, для 2-октавных сигналов связь между ЧРС и порогом обнаружения тона не была статистически достоверной. Для широкополосных сигналов связь была статистически достоверной и составляла -1.23 (цикл/окт)/дБ. Предполагается, что различение между сигналами с гребенчатым и плоским спектром обусловлено преимущественно временным анализом и зависело от того, насколько широкий диапазон звуковых частот доступен для восприятия. Ключевые слова: слух, тугоухость, гребенчатые спектры, спектральное различение, временной анализ.

Распространение акустических волн в тканях и органах

23.05-01.184 Удовлетворяет ли акустостоярстная температура уравнению теплопроводности? Аносов А.А., Шаракишанэ А.А. *Журнал радиоэлектроники*. 2023, № 8, с. 8. Рус.

В медицине, для контроля локальной гипертермии, необходимо осуществлять безболезненные измерения глубинной температуры с погрешностью, не превышающей 0.5—1 К, и пространственным разрешением не хуже 5 мм. Для измерения температуры предлагается использовать пассивную акустическую термометрию, основанную на регистрации собственного теплового акустического шума объекта. Измерения шумового сигнала требуют значительного времени интегрирования: в мегагерцовом диапазоне для получения требуемой точности необходимо усреднять сигнал в течение 30—50 с. Чтобы снизить это время без потери точности, предлагается при восстановлении температуры использовать уравнение теплопроводности с кровотоком. Рассмотрена локальная глубинная гипертермия мягких тканей человека. Путем интегрирования трехмерного уравнения теплопроводности (которому подчиняется глубинная температура) по глубине с весовым множителем, учитывающим поглощение ультразвука, с учетом аппаратной функции приемного датчика получено дифференциальное уравнение для акустостоярстной температуры (измеряемого сигнала). Показано, что в начале нагрева (~5 мин) распределение акустостояр-

ной температуры на поверхности тела приближенно удовлетворяет двумерному уравнению теплопроводности, параметры которого однозначно связаны с параметрами трехмерного уравнения теплопроводности, которому удовлетворяет распределение глубинной температуры. Проведены расчеты, в которых использованы характерные для мягких тканей организма значения коэффициента температуропроводности, удельного кровотока, коэффициента поглощения ультразвука и типичные параметры источника при локальном пятиминутном нагреве мягких тканей. Акустическую температуру рассчитывали стандартным способом, используя известное интегральное выражение без учета и с учетом аппаратной функции приемника, и путем решения полученного двумерного уравнения теплопроводности. Различие между рассчитанными разными способами акустическими температурами увеличивается со временем, но после пяти минут нагрева не превышает погрешности измерений. Сформулировано условие, определяющее допустимость сделанного приближения. Предлагаемое приближение позволяет определить параметры уравнения теплопроводности по результатам измерений акустической температуры, что позволяет рассчитать распределение глубинной температуры в любой момент времени.

23.05-01.185 Исследование продольных напряжений в железнодорожных рельсах методом акустоупругости. Степанова Л.Н., Курбатов А.Н., Бехер С.А., Кабанов С.И., Тенчилов Е.С., Чернова В.В. *Деформация и разрушение материалов*. 2023, № 2, с. 33-40. Рус.

Оценено время распространения продольных, поперечных и трансформированных ультразвуковых волн в трех отрезках рельсов Р65 в зависимости от температуры с использованием быстродействующей микропроцессорной системы, работающей на основе метода акустоупругости. Полученные временные зависимости и результаты оценки погрешностей измерения вре-

менных параметров позволили рассчитать продольные напряжения по всему прозвучиваемому объему рельсов на действующем участке железнодорожного пути с погрешностью не более 10%. Ключевые слова: продольные напряжения, рельсы, акустоупругость, продольные, поперечные, трансформированные волны.

Математическое моделирование процессов в медицинской и биоакустике

См. 23.05-01.81

Речеобразование и восприятие речи

23.05-01.186 Детектирование удаленной речи. Сорокин В.Н. *Акустический журнал*. 2023. 69, № 4, с. 497-505. Рус.

Исследуются амплитудные и фазовые характеристики речевых сигналов, записанных на разном расстоянии от диктора микрофонами различных типов, в свободном пространстве и замкнутом помещении. Отношения средней энергии амплитудного спектра в различных диапазонах частот и средний наклон линейной компоненты фазы демонстрируют различия для слога, записанного вблизи микрофона, и такого же слога, записанного на удалении, и вновь воспроизведенного вблизи от микрофона. Наибольшее различие наблюдается в отношении средней энергии в диапазонах частот 0—1 и 1—8 кГц, а также 3—4 и 4—6 кГц. Наклон линейной компоненты вычисляется в диапазоне 4—8 кГц. Степень различия зависит от гласного звука.

Физиологическая и психологическая акустика

См. 23.05-01.180, 23.05-01.183

Физические основы технической акустики

Устройства для генерации, репродукции, приема акустических сигналов

23.05-01.187 Исследование процесса квитирования при макетировании систем звуковой сигнализации. Ахремчик О.Л., Базулев И.И. *Вестник Тверского гос. техн. ун-та. Серия: технические науки*. 2021, № 2, с. 77-83. Рус.

Рассматриваются вопросы моделирования и генерации множества звуковых сигналов технологической сигнализации на физическом макете. В ходе макетирования проводятся исследования времени реакции и выполнения последовательности действий оператором при использовании разных видов звуковых сигналов. Авторская методика исследования предусматривает предварительный выбор вида сигнала оператором и последовательную коррекцию вида и параметров сигнала в ходе эксперимента. Звуковые сигналы синтезируются с использованием метода частотной модуляции. Обработка полученных данных показывает, что следует отклонить гипотезу о нормальном законе распределения времени квитирования в пользу альтернативы о логнормальном законе. Проведенные эксперименты свидетельствуют о необходимости индивидуального подбора и настройки звуковых сигналов в системах технологической сигнализации.

Акустические измерения и аппаратура

23.05-01.188 Вибрационный стенд для исследования вибрационного узла виброплиты. Андреев И.Е., Герасимов М.Д., Легойда В.А. *Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях. Материалы Международной научно-практической конференции. Белгород, 21—22 сентября 2017 г.* Белгород: Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. 2017, с. 9-31. Рус.

Рассмотрены вопросы классификация, анализ рынка, описание устройств вибрационных механизмов, а также план проведения экспериментов вибровозбудителей на созданном вибростенде.

23.05-01.189 Исследование некоторых типов ультразвуковых датчиков для проверки дефектов материала. Нгуен К.Д., Лыу Н.Т., Демченко С.К., Попова Т.А. *Труды международного симпозиума "Надежность и качество"*. 2021, № 2, с. 86-89. Рус.

Проведено исследование производства ультразвуковых датчиков на основе использования двух видов пьезокерамики: титаната бария и цирконата свинца. Основная цель данной исследовательской статьи — рассчитать, разработать и изготовить три типа ультразвуковых датчиков: прямой датчик (использующие продольные волны), датчик наклона (использующие поперечные волны) и датчик, использующий поверхностные волны (волны Рэлея).

23.05-01.190 Ультразвуковая система для определения продольных механических напряжений в рельсах. Степанова Л.Н., Кабанов С.И., Курбатов А.Н., Ельцов А.Е., Чернова В.В. *Датчики и системы*. 2023, № 1, с. 31-39. Рус.

Разработанная ультразвуковая (УЗ) система позволяет определять продольные механические напряжения в рельсах, лежащих в путь. С использованием метода акустоупругости, основанного на измерении характеристик упругих волн, проходящих в напряженно-упругой среде, оценивалось время распространения продольных, поперечных и трансформированных УЗ-волн в рельсах. Погрешность измерения времени их прихода не превышала 0,004 мкс. Для проведения измерений на рельс устанавливались два пьезоэлектрических датчика с частотой 2,5 МГц и углом ввода УЗ-волны, равным 18°. Один из них работал в режиме излучения, другой — в режиме приема волны. Третьим был отдельно-совмещенный датчик, уста-

навливаемый по середине между первым и вторым датчиками. Угол ввода УЗ-волны в этом датчике составлял 0° . Основным измеряемым параметром было время распространения волны от датчика, работающего в режиме излучения, до датчика, работающего в режиме приема. Продольное напряжение в рельсе рассчитывалось через время распространения продольной волны, трансформированной на донной поверхности рельса в поперечную волну, время распространения продольной волны раздельно-совмещенного датчика и акустоупругий коэффициент. Предложен способ, основанный на сравнении времен распространения продольных, поперечных и трансформированных волн, прошедших одинаковый путь в датчике и в контактом слое. В данной системе погрешность определения продольных механических напряжений в рельсах не превышала 10%, что допустимо для практического применения. Ключевые слова: диагностика, ультразвук, продольное механическое напряжение, акустоупругость, продольные, поперечные, трансформированные волны.

23.05-01.191 Трехкомпонентный датчик вектора воздушной скорости летательного аппарата на основе ультразвукового метода контроля параметров набегающего воздушного потока. *Ефремова Е.С., Мифтахов Б.И., Солдаткин В.С. Вестник Казанского гос. техн. ун-та им. А. Н. Туполева.* 2023. 79, № 1, с. 95-100. Рус.

Обосновывается важность и ограничения на применение традиционных и разрабатываемых средств измерения вектора воздушной скорости, построенных на основе аэрометрического, вихревого и ионно-меточного методов контроля параметров набегающего воздушного потока. Рассматривается функциональная схема, модели формирования и обработки информативных сигналов и раскрываются конкурентные преимущества и перспективность применения на малоразмерных и других пилотируемых и беспилотных летательных аппаратах трехкомпонентного датчика вектора воздушной скорости с одним неподвижным приемником и встроенным вычислителем на основе ультразвукового метода контроля набегающего воздушного потока, имеющего простую конструкцию, малую массу и стоимость.

Медицинский ультразвук, медицинские приборы

См. 23.05-01.99

Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

23.05-01.192 Анализ выявляемости дефектов в средней и подступичной части оси локомотива волнами Рэлея. *Бояркин Е.В., Бехер С.А., Тарновская А.Е. Южно-Сибирский научный вестник.* 2023, № 4, с. 22-25. Рус.

Выполнение работы направлено на совершенствование методики ультразвукового контроля средней и подступичной частей оси колесной пары локомотива при выполнении плановых видов ремонта с целью выявления поверхностных дефектов волнами Рэлея. В ходе выполнения работы были экспериментально исследованы особенности выявления дефектов в средней и подступичной частях оси колесной пары локомотива преобразователем с углом ввода 90° , а также влияние галтельного перехода подступичной части оси на выявление дефектов.

23.05-01.193 Применение метода акустической эмиссии в задачах контроля и мониторинга технического состояния диагностируемых объектов. *Лыу Н.Т., Гауен К.Д., Демченко С.К., Черновская В.В. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2021, № 2, с. 77-82. Рус.

Рассмотрены особенности одного из методов неразрушающего контроля технического состояния диагностируемых объектов — акустической эмиссии. Раскрыты физические принципы, на которых основан метод, перечислены характеристики и технические параметры, оцениваемые в процессе исследования, освещена история его становления. Приведены области применения метода акустической эмиссии, раскрыты его достоинства

перед другими методами технической диагностики и показана возможность использования как для оперативной диагностики, так и для долговременного мониторинга параметров объекта. Сравнительный анализ методов технической диагностики позволил выявить такие преимущества рассматриваемого метода, как высокая чувствительность к обнаружению дефектов, дистанционное обследование объекта, исключающее необходимость сканирования его поверхности, возможность обнаружения дефекта на расстоянии, достигающем сотен метров. Вместе с тем показано, что метод акустической эмиссии имеет ряд существенных недостатков, среди которых значительный уровень акустического шума, вызванный работой испытательного оборудования, сложность определения параметров дефектов, высокие трудоемкость и квалификационные требования к персоналу, проводящему тестирование. Обзор научных исследований, связанных с акустической эмиссией, показал, что дальнейшее развитие этого метода контроля будет направлено на расширение сфер его применения за счет повышения достоверности получаемых результатов, разработки новых подходов и алгоритмов диагностирования на основе применения технологий искусственного интеллекта и автоматизации диагностических процедур. Целью данной статьи является представление основ науки и техники акустической эмиссии и ее уникальных приложений.

23.05-01.194 Исследование вибрационной прочности сварных соединений алюминиевого сплава Д16, выполненных контактной точечной сваркой. *Балашов С.А., Зезюля В.В., Бульчев В.В., Агеева Е.В. Известия Юго-Западного государственного ун-та.* 2022. 26, № 2, с. 8-22. Рус.

Цель исследования. Разработать, провести апробацию методики и выполнить экспериментальное исследование вибрационной прочности сварных соединений алюминиевого сплава Д16, выполненных контактной точечной сваркой. Методы. Образцы для испытаний изготавливались из листовых заготовок алюминиевого сплава Д16 толщиной 1 мм посредством контактной точечной сварки. Особенностью предложенной схемы испытаний является реализация симметричного цикла нагружения. В процессе испытаний фиксировалось количество циклов до разрушения в зависимости от размаха колебаний. Для исключения винтового изгиба после вырезки проводился отжиг и термомеханическая правка. После снятия заусенцев и притупления острых кромок проводилась подготовка поверхности заготовок под сварку — химическое травление. Сварка образцов проводилась на машине для точечной сварки TECNA 8214N. Ток сварки составлял 30 кА, продолжительность сварки 0,1 с, усилие на электродах 180 даН. Статическую прочность сварного соединения на срез исследовали на разрывной машине УТС 110М-5 1-У. Усилие разрушения составило 3,66 кН. Особенностью предложенной схемы испытаний является реализация симметричного цикла нагружения. В процессе испытаний фиксировалось количество циклов до разрушения в зависимости от размаха колебаний. Результаты. В результате статистической обработки результатов исследования получена математическая зависимость линейного вида между логарифмами количества циклов до разрушения и величиной размаха колебаний. В зависимости от размаха колебаний выявлены характерные зоны разрушения. Для обеспечения возможности сопоставления результатов вибрационной прочности, полученных при различных условиях закрепления образцов, предложено в качестве ординаты использовать размах виброперемещения на единицу длины образца. Заключение. Предложена и апробирована методика исследования вибрационной прочности соединений, полученных контактной точечной сваркой, в условиях реализации симметричного цикла нагружения. Для исследованных образцов равноправность сварного соединения основному металлу достигается при значении логарифма отношения размаха виброперемещения на единицу длины образца равного 0,01.

23.05-01.195 Разработка макета экспериментальной установки для определения коэффициента жесткости цилиндрических пружин и исследования свободных гармонических колебаний. *Политов Е.Н., Рукавицын А.Н., Ломас Арсениева В.П., Теран Аюста Г.Р., Авалос Касканте Ф.Э., Пуэбла Пуэбла Р.Э. Известия Юго-Западного государственного ун-та.* 2022. 26, № 2, с. 23-38.

Рис.

Целью исследования является разработка макета экспериментальной установки, позволяющей проводить исследования с упругими элементами путем осуществления силового воздействия на них, а также автоматического сбора данных и их анализа, который позволяет определять коэффициент жесткости и исследовать простые гармонические колебания. Методы. Разработанное устройство позволяет определять коэффициент упругости пружины двумя методами — статическим и динамическим. Динамический метод требует строгого соблюдения определенной методики экспериментальных исследований. При этом исследуемая система находится под действием восстанавливающей силы, прямо пропорциональной смещению, т.е. она представляет собой простой генератор гармонических колебаний. Создаваемый прототип экспериментальной установки включает в себя несущую конструкцию, систему управления, к которой подключен ультразвуковой датчик измерения расстояния, и специальное мобильное приложение, позволяющее визуализировать и записывать результаты проведенных измерений в удобной для пользователя форме. Результаты. Разработанный прототип позволяет определить деформацию пружины статическим и динамическим методами, а наличие специального мобильного приложения для устройств с операционной системой "Android" позволяет пользователю управлять устройством со своего мобильного телефона. Экспериментальное устройство позволяет визуализировать графически полученные данные и осуществляет их экспорт в файл переменных значений. Экспортированные показатели выводятся в табличной форме для последующей обработки с помощью статистических инструментов или приложений для численных вычислений. Заключение. Повышение качества образовательного процесса студентов-физиков требует широкого внедрения в учебный процесс специального оборудования для проведения экспериментальных исследований. Специфика такого оборудования может охватывать различные разделы механики, в том числе кинематику, колебательное движение, удар, упругость и т.п.

23.05-01.196 Акустическая структуроскопия медных образцов после равноканального углового прессования. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Леньков С.В., Владыкин А.Л., Белослудцев К.Ю.* Деформация и разрушение материалов. 2023, № 6, с. 31-38. Рус.

Исследовано влияние числа проходов при равноканальном угловом прессовании на акустические и физические характеристики меди М1: скорость распространения ультразвуковых волн, плотность, электропроводность, прочность, твердость и структуру. Для акустических измерений применен зеркально-теневой метод многократных отражений. Рассчитаны упругие модули, ослабление и анизотропия свойств деформированных образцов меди. Установлена связь акустических характеристик со структурой образцов, их плотностью, твердостью и электропроводностью. Ключевые слова: равноканальное угловое прессование, медь М1, плотность, микроструктура, электропроводность, скорость продольных волн, анизотропия свойств.

См. также **23.05-01.104**, **23.05-01.120**, **23.05-01.185**, **23.05-01.189**, **23.05-01.190**, **23.05-01.191**

Акустические методы обработки материалов и изделий

23.05-01.197 Анализ возможностей нанесения материалов, образующих функциональные покрытия, с использованием ультразвука. *Лёвушкина Н.В., Нигметзянов Р.И., Нечай А.А., Сухов А.В., Фатюгин Д.С.* Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 1, с. 3-7. Рус.

DOI: 10.36652/1813-1336-2023-19-1-3-7 Рассмотрены основные эффекты, возникающие при использовании ультразвуковых колебаний на этапе нанесения функциональных покрытий. Проанализированы результаты применения ультразвука для различных технологий нанесения.

23.05-01.198 Технологический эффект калибровки отверстий в условиях ультразвукового воздействия на деталь. *Торон Ю.А.* Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 2, с. 56-58. Рус.

DOI: 10.36652/1813-1336-2023-19-2-56-58 Предложена технологическая схема калибровки отверстий в деталях типа "втулка "диск" "зубчатое колесо" в условиях приложения ультразвукового воздействия на деталь. Экспериментально установлено, что калибровка отверстий в ответственных деталях с наложением ультразвуковых колебаний значительно снижает шероховатость поверхности, поле рассеяния диаметра отверстия и силы дорнования.

23.05-01.199 Влияние подачи ультразвукового выглаживания на микротвердость и микропрофиль поверхности клина задвижки, изготовленного методом SLM из порошка стали EOS PH-1. *Кузнецов В.П., Колмаков С.В., Татаринцев И.В., Скоробогатов А.С., Воронков В.В., Ближков О.Г.* Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 4, с. 154-159. Рус.

DOI: 10.36652/1813-1336-2023-19-4-154-159 Изучено влияние постобработки плоских поверхностей клина запорного узла задвижки DN15 PN160, изготовленного методом селективного лазерного сплавления на установке EOSINT M280 из порошка стали EOS PH-1 с размером частиц 20—50 мкм ультразвуковым выглаживанием на станке ULTRASONIC 20 инструментом с наконечником из природного алмаза радиусом 2 мм, колеблющегося с частотой 35 кГц и перемещающегося с линейной скоростью 10 м/мин в условиях нагружения статической силой 400 Н. Установлено, что при подачах 0,04—0,08 мм/ход наибольшее упрочнение стали на 11—13% относительно исходной микротвердости 430 HV 0,05 до постобработки происходит на глубине 60—300 мкм. Увеличение подачи до 0,12 мм/ход обеспечивает формирование максимально упрочненной зоны в тонком поверхностном слое с микротвердостью 489—502 HV 0,05 на глубине 20—100 мкм. Дальнейшее увеличение подачи до 0,2 мм/ход приводит к существенному снижению до 440 HV 0,05 и нестабильности микротвердости на глубине более 100 мкм. Минимальное значение параметра шероховатости имеет место при подаче 0,06 мм/ход и составляет Ra=57,67 нм. С повышением подачи до 0,12 мм/ход происходит увеличение параметра шероховатости до Ra=176,44 нм и стабилизация его при подачах 0,16 и 0,2 мм/ход. Построены кривые Аббота и гистограммы распределения высот микропрофиля поверхности клина после постобработки при исследуемых подачах инструмента.

23.05-01.200 Исследование комбинированного метода электроискрового легирования и ультразвукового выглаживания. *Усов С.В., Сухочев Г.А., Жданов А.В., Митрофанов А.Н., Точилин И.П.* Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 7, с. 326-330. Рус.

DOI: 10.36652/1813-1336-2023-19-7-326-330 Рассмотрены возможности повышения эффективности электроискрового легирования за счет построения комбинированных методов (электроискровое легирование и ультразвуковое выглаживание). Приводятся результаты металлографических исследований, измерения шероховатости поверхности, трибологических испытаний, испытаний в условиях циклических знакопеременных статических испытаний, статических натурных испытаний. По результатам проведенных исследований определен оптимальный диапазон режимов комбинированного метода, включающего электроискровое легирование и ультразвуковое выглаживание.

Акустика в инженерном деле

23.05-01.201 Влияние ультразвука на физико-механические свойства проволоки при равноканальном угловом протягивании. *Рубанич В.В., Царенко Ю.В. Доклады Национальной академии наук Беларуси.* 2020. 64, № 1, с. 94-102. Рус.

Исследована структура ультрамелкозернистых материалов, полученных деформационными способами при воздействии ультразвуковых колебаний; предложены новые способы и устройства интенсивной пластической деформации с наложением ультразвуковых колебаний, позволяющие формировать ультрамелкозернистую структуру в протяженных материалах; определены оптимальные режимы пластической деформации и термообработки, позволяющие достичь наиболее высокой термостабильности и пластичности в сочетании с высокой прочностью материалов. Разработаны конструкции ультразвуковых колебательных систем для получения протяженных объемных наноструктурированных материалов, и опробована технологическая схема получения ультрамелкозернистой проволоки с использованием ультразвуковой обработки при равноканальном угловом протягивании. Показано, что данный процесс деформационной обработки может быть совмещен в единый технологический цикл с волочением проволоки. Применим в машиностроении, приборостроении и кабельной промышленности.

23.05-01.202 Обоснование параметров вибрационно-го пневмошнорного катка для уплотнения грунтов при строительстве автодорог. *Савельев С.В., Сачук Ю.С., Литовченко Р.В. Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического ун-та (МАДИ).* 2023, № 2, с. <https://www.madi.ru/7665-vestnik-moskovskogo-avtomobilno-dorozhnogo-gosudarstvennogo.html>. Рус.

При устройстве земляной насыпи автодороги важным технологическим процессом, который обеспечивает прочность, устойчивость и стабильность конструкции, является операция уплотнения. Несмотря на то, что стоимость этого процесса несоизмеримо мала по отношению к общей стоимости строительства, качественное уплотнение может увеличить срок службы конструкции и сократить стоимость содержания автомобильной дороги. Уплотняются грунты катками с жесткими металлическими вальцами и пневмошинами. Пневматические шины обеспечивают оптимальные контактные напряжения в уплотняемом грунте за счёт изменения внутреннего давления воздуха с учётом текущих прочностных характеристик обрабатываемого грунтового слоя. Эластичность пневматических шин обеспечивает равномерное распределение напряжений на поверхности грунта. В статье приводится анализ работы вибрационного пневмошнорного катка при уплотнении грунта на примере суглинка. Представлены результаты исследований по определению величины вынуждающей силы вибровозбудителя и частоты его колебаний в зависимости от жесткости пневмовальца и текущего коэффициента уплотнения грунта. В результате определены основные параметры вибрационного пневмошнорного катка на различных этапах уплотнения: площадь контакта рабочего органа с грунтом, жесткость рабочего органа, коэффициент вязкого трения рабочего органа, частота колебаний вибровозбудителя. Эффективность вибрационных катков на пневматических шинах во многом зависит от выбора этих параметров. Учёт предложенных результатов исследований позволит сократить продолжительность процесса уплотнения и улучшить технико-экономические показатели работы комплекса строительных машин.

23.05-01.203 Формирование непаяных соединений электрических плат с применением ультразвуковой запрессовки. *Шуваев В.Г., Благодороднова Е.В. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2020, № 2, с. 302-303. Рус.

Рассматривается технология применения ультразвуковой запрессовки при формировании непаяных соединений электрических плат. Применение ультразвука существенно снижает трение в процессе формирования соединения, а также позволяет измерять усилие запрессовки и выявлять бракованные соединения на этапе сборки.

23.05-01.204 Усилитель мощности звука. *Шолохов П.А., Журавлева В.П., Вершинин Н.Н. Труды между-*

дународного симпозиума "Надежность и качество". 2021, № 2, с. 102-111. Рус.

23.05-01.205 Разработка портативной акустической системы. *Комшуков Д.А., Попова Т.А. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2021, № 2, с. 215-2197. Рус.

Описан процесс разработки печатного узла портативной акустической системы, устройство которого позволит достичь минимальной стоимости и массогабаритных параметров, по отношению к устройствам-аналогам. Произведен выбор актуальной элементной базы с применением SDM-компонентов с целью выполнения соответствия современным требованиям.

23.05-01.206 Автомобильный усилитель мощности звука с фильтром низких частот. *Прусаков П.В., Покровская М.В. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2021, № 2, с. 277-280. Рус.

Рассматривается конструкция автомобильного усилителя мощности звука с фильтром низких частот и его принцип работы.

23.05-01.207 Ультразвуковая сборка резьбовых соединений с использованием обратимости предела текучести. *Шуваев В.Г., Косырев П.В. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2022, № 1, с. 220-221. Рус.

Рассматривается сборка резьбовых соединений с применением дополнительных ультразвуковых колебаний. Учитывается, что вращающий момент уравнивается моментом сил трения в резьбе и моментом сил трения по торцу гайки и соприкасающейся с ней детали. Ультразвуковая энергия поглощается в тех местах кристаллической решетки, которые являются носителями механизма пластической деформации (дислокации, границы зерен и т.д.), и почти не поглощается в свободных от дефектов зонах кристаллов, что и положено в основу предлагаемого подхода.

23.05-01.208 Усилитель мощности звука. *Шолохов П.А., Федоткин А.А., Байсеитов М.Н. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2022, № 2, с. 19-25. Рус.

Проведен анализ разновидностей современных звуковых усилителей и их характеристик. Разработана схема усилителя мощности звука на базе интегральной микросхемы.

23.05-01.209 Моделирование тембра в гитарном звукоснимателе. *Бирюков С.А., Трусов В.А., Никулин А.О. Труды международного симпозиума "Надежность и качество".* 2022, № 2, с. 212-213. Рус.

Рассказывается о моделировании тембра в гитарном звукоснимателе и факторах, влияющих на моделирование.

23.05-01.210 Моделирование колебаний уровня воды в дельте Дона по прогнозам ветровой ситуации. *Чикин А.Л., Кулыгин В.В., Чижина Л.Г. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование.* 2023. 16, № 3, с. 83-92. Рус.

Представлена математическая модель, состоящая из модели гидродинамики всего Азовского моря, включая Таганрогский залив, и модели движения воды в русле Дона. Данная модель позволяет рассчитывать колебания уровня воды в устьевой области Дона в зависимости от ветровой ситуации над акваторией Азовского моря и Таганрогского залива. Такой подход дает возможность заблаговременно предсказать изменение уровня поверхности в основных рукавах реки Дон, а также в его основном русле. Гидродинамика Азовского моря описывается уравнениями мелкой воды, а движение воды в основных рукавах дельты Дона — уравнением Сен-Венана. Задача решается конечно-разностными методами. Программа написана на языке FORTRAN и реализуется на высокопроизводительных вычислительных системах в среде MPI с применением пакета Aztec. Для прогнозов ветровой ситуации использовались данные Норвежского метеорологического института. Прогнозируемая ветровая нагрузка над акваторией Азовского моря задавалась по точкам, соответствующим расположению береговых гидрометеорологических станций с последующей интерполяцией на всю

акваторию. Рассмотрены две задачи прогнозирования колебаний уровня воды. Первая задача заключалась в расчете колебаний уровня в зависимости от прогноза ветровой ситуации с заблаговременностью три дня. Во второй задаче изучалась динамика изменения качества прогноза в фиксированном промежутке времени по мере приближения к его началу. Качество прогнозов определялось сравнением прогнозируемых и наблюдаемых значений уровня, полученных на гидропостах. Результат сравнения показал, что представленная модель достаточно адекватно описывает гидродинамику в дельтовой области Дона в зависимости от ветровой ситуации над акваторией Азовского моря.

23.05-01.211 Неизотермическое течение жидкости в скважине при индукционном нагреве обсадной колонны. Давлетишин Ф.Ф., Акчуринов Р.З., Шарафутдинов Р.Ф., Исламов Д.Ф. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2023, № 4, с. 81-92. Рус.

Исследованы особенности полей скорости течения и температуры восходящего потока жидкости в металлической круглой трубе (обсадной колонне, установленной в добывающей скважине) в условиях ее локального индукционного нагрева. Результаты исследований основаны на численном решении уравнений Навье—Стокса в приближении Буссинеска—Обербека, расчеты выполнены в программном пакете Ansys Fluent (Лицензия ANSYS Academic Research CFD в рамках договора с Башкирским государственным университетом от 15.06.2020). Рассмотрены расходы жидкости 10 и 50 кубических метров в сутки, соответствующие ламинарному и переходному режимам течения в обсадной трубе. Установлено наличие локальных возмущений поля скорости и температуры в пристеночной области нагретой обсадной трубы. Возмущения температуры в жидкости достигают нескольких градусов Кельвина, причем локальная скорость потока в пристеночной области обсадной колонны, возрастающая за счет естественной тепловой конвекции, в несколько раз превышает среднюю по сечению скорость потока. Показано возникновение областей вихревого движения потока над интервалом индукционного нагрева, обусловленного естественной тепловой конвекцией.

23.05-01.212 Анализ автоколебательных процессов в каверне с открытым типом течения на основе данных вихреразрешающих расчетов. Даныков В.Н., Дубень А.П., Козубская Т.К. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2023, № 4, с. 156-166. Рус.

Рассматриваются механизмы автоколебательных процессов, возникающих в каверне с открытым типом течения, и дается их обоснование, полученное в результате детального изучения взаимодействия явлений гидродинамической, расходно-волновой и резонансной природы. Теоретические выводы подкрепляются анализом данных вычислительных экспериментов, проведенных различными авторами.

23.05-01.213 Расчет вибрации соосного валопровода с учетом его вращения и гребных винтов. Бабанин Н.В., Мелкоян А.Л., Николаев Д.А. *Морские интеллектуальные технологии*. 2023, 2, № 3-2, с. 53-59. Рус.

Работа посвящена разработке расчетного комплекса (модель, алгоритм и программа) для получения параметров совместной вибрации соосного многоопорного валопровода и корпуса судна при учете вращения гребных винтов, а также оценки взаимовлияния валов на параметры их вибрации. Разработана модель, включающая корпус судна и соосный валопровод, в виде совокупности трех квазиодномерных конечноэлементных конструкций. Алгоритм расчета построен на базе метода парциальных откликов в его дискретном варианте. Влияние вращения гребного винта учтено введением дополнительных моментов гироскопической природы. Действие этих моментов учитывалось модификацией инерционно-жесткостных характеристик каждой из квазиодномерных моделей валов. Для решения поставленной задачи были разработаны математическая модель и алгоритм расчета параметров вибрации принятой модели. Для проведения расчетов параметров вибрации была создана программа «Соосность» и выполнена серия расчетов в задаче прикладного характера.

23.05-01.214 Расчет параметров вибрации много-

опорного криволинейного трубопровода переменного поперечного сечения. Мелкоян А.Л., Николаев Д.А., Чулкин М.В. *Морские интеллектуальные технологии*. 2023, 2, № 3-2, с. 60-64. Рус.

Работа посвящена разработке расчетного комплекса (модель, алгоритм и программа) для исследования параметров вибрации многоопорного криволинейного трубопровода переменного поперечного сечения (амплитуды смещений, внутренних усилий и опорных реакций), по которому протекает идеальная несжимаемая жидкость. Разработана модель трубопровода в виде квазиодномерной конечно-элементной системы. Алгоритм расчета построен на базе метода парциальных откликов в его дискретном варианте. Влияние протекающей жидкости учтено приложением дополнительной инерционной нагрузки, которая, в свою очередь, учитывается коррекцией и модификацией инерционно-жесткостных характеристик элементов модели трубопровода и действующей на них внешней нагрузки. Выведены формулы для парциальных откликов и парциальных параметров, необходимые при реализации предложенного алгоритма. Для решения поставленной задачи была разработана математическая модель, учитывающая действие сил, обусловленных протеканием жидкости. Разработан алгоритм расчета параметров вибрации принятой модели. Для проведения расчетов параметров вибрации трубопровода была создана программа «Kogiolis». Выполнено исследование влияния составляющих дополнительной инерционной нагрузки на параметры вибрации и значения собственных частот рассматриваемой конструкции. Совокупность выполненных работ привела к выполнению поставленной цели — созданию расчетного комплекса для определения параметров вибрации многоопорного криволинейного трубопровода переменного поперечного сечения.

23.05-01.215 Совместный акустический и деформационный мониторинг трещины гидроразрыва в лабораторном эксперименте. Зенченко Е.В., Зенченко П.Е., Начев В.А., Турунтаев С.Б., Чумаков Т.К. *Вопросы инженерной сейсмологии*. 2023, 50, № 3, с. 148-157. Рус.

Приведены результаты лабораторных экспериментов по совместному акустическому и деформационному мониторингу трещины гидроразрыва. Эксперименты проводились в модельном материале на основе гипса. Для сравнения были проведены эталонные эксперименты по исследованию прохождения ультразвуковых волн через заполненную жидкостью щель контролируемой ширины между двумя прецизионными стеклянными пластинами. Целью экспериментов было исследование зависимости амплитуды ультразвуковой волны, прошедшей через трещину от величины ее раскрытия. В этих экспериментах создавалась круговая трещина гидроразрыва, плоскость которой была перпендикулярна оси цилиндрического образца. Вдоль этой же оси располагалась обсаженная нагнетательная скважина, заканчивающаяся на середине его высоты. Образец располагался между двумя дисками из алюминиевого сплава, оснащенных вмонтированными в них пьезокерамическими преобразователями, работающими как в режиме излучателя, так и режиме приемника. Через канал в нижнем диске осуществлялась подача рабочей жидкости в трещину. Через верхний диск производилось насыщение образца поровым флюидом. Вся сборка помещалась в гидравлический пресс, обеспечивающий постоянное сжимающее усилие. Величина раскрытия трещины изменялась в зависимости от расхода жидкости, подаваемой в центр трещины, и измерялась по относительному изменению расстояния между дисками сборки при помощи индукционных преобразователей перемещения. Также были проведены эксперименты, моделирующие трещину, заполненную пропантом. В этом случае апертура трещины изменялась в зависимости от приложенного вертикального давления на образец. По результатам экспериментов, проведенных в различных условиях, были построены зависимости амплитуды ультразвуковой волны, прошедшей через трещину. Экспериментально установлено, что поглощение звука в трещине гидроразрыва, обладающей естественной шероховатостью, вдвое ниже, чем в зазоре между прецизионными стеклянными пластинами. Полученные результаты позволят оценить величину раскрытия трещины гидроразрыва в лабораторных экспериментах, проводимых на образцах большего размера с использованием актив-

ного акустического мониторинга.

23.05-01.216 О параметрах статистических распределений микротвердости и их взаимосвязи с характеристиками локальной деформации и коэффициентом затухания ультразвуковых волн. *Ларионова А.В., Ботвина Л.Р. Деформация и разрушение материалов.* 2023, № 1, с. 19-27. Рус.

Приведены результаты исследования стале 20 и 15Х2ГМФ методами измерения микротвердости, затухания ультразвуковых волн и локальной деформации зерен. Для оценки состояния материала предложено использовать статистические параметры кумулятивных распределений микротвердости. Развита новая методика статистической оценки состояния материала с использованием квантильных распределений микротвердости. Проведено сравнение сигмоидальных и квантильных распределений, установлена взаимосвязь параметров статистических распределений с коэффициентом затухания ультразвуковых волн, относительным сужением и относительным удлинением зерен. Показано преимущество квантильных распределений по сравнению с сигмоидальными, поскольку они более чувствительны к изменению прочностных свойств материала и требуют меньшего количества параметров. Предложенный метод статистической оценки механических свойств позволяет оценить напряженно-деформированное состояние материала в процессе эксплуатации. Ключевые слова: механические свойства, микротвердость, статистические распределения, микроструктура, коэффициент затухания ультразвуковых волн.

23.05-01.217 Размерный эффект, наблюдаемый при испытании на изгиб образцов из фибробетона. *Тютин М.Р., Ботвина Л.Р., Шувалов А.Н., Петерсен Т.Б., Левин В.П., Сичеев А.А., Соловьев В.Г. Деформация и разрушение материалов.* 2023, № 1, с. 28-40. Рус.

Исследовано влияние армирования базальтовым волокном в количестве 0,6% (об.) на проявление размерного эффекта для бетона из портландцемента ЦЕМ II / А-К(Ш-И) 42,5Н (ГОСТ 31108—2016). Для этого проведены испытания на трехточечный изгиб геометрически подобных образцов длиной $L=1075$, 465 и 215 мм и шириной $D=40$, 93 и 215 мм соответственно, имеющих центральный надрез длиной a_0 ; для всех образцов выполнялись условия $L/D=5$, $a/D \approx 0,3$. Исследованы механические свойства, параметры акустической эмиссии, характеристики локального деформированного состояния, оцененные методом корреляции цифровых изображений, размер зоны процесса разрушения в вершине надреза, определенный с применением ультразвуковой дефектоскопии. По данным изменения параметров акустической эмиссии и главных деформаций в вершине надреза проанализирована стадийность разрушения. Номинальная прочность снижалась с увеличением размера образца. Отмечено влияние размера образца и на параметры акустической эмиссии, величину главных деформаций и размер зоны процесса разрушения. Установлено, что введение базальтового волокна в состав бетона снижает его номинальную прочность, повышает энергию разрушения и уменьшает размерный эф-

фект. Ключевые слова: фибробетон, трехточечный изгиб, акустическая эмиссия, размерный эффект, коэффициент затухания ультразвуковых волн, зона процесса разрушения, корреляция цифровых изображений.

23.05-01.218 Выделение компоненты поля, формируемой заданным пучком лучей в апертуре приёмной антенны в неоднородной среде. *Вировлянский А.Л. УФН.* 2023. 193, № 9, с. 1010-1020. Рус.

Обсуждается обобщение классической процедуры формирования лепестка диаграммы направленности приёмной антенны в однородном пространстве на случай неоднородной среды. Если в свободном пространстве эта процедура выделяет компоненту регистрируемого поля, представляющую вклад пучка параллельных лучей, то в неоднородной среде речь идёт о выделении вклада пучка лучей, которые, как правило, не параллельны. Обобщение выполняется на основе перехода от традиционного представления регистрируемого поля в виде суперпозиции плоских волн к использованию заимствованного из квантовой механики разложения поля по когерентным состояниям. Общий подход иллюстрируется на примере формирования лепестка диаграммы направленности вертикальной приёмной антенны в подводящем акустическом волноводе.

23.05-01.219 Эксперименты по ультразвуковому разделению модельной водно-масляной эмульсии. *Козлов Н.В., Денисова М., Мизёв А. Вестник Пермского ун-та. Серия: Физика.* 2023, № 2, с. 69-80. Рус.

Экспериментально изучается динамика водно-масляных эмульсий в поле стоячей ультразвуковой (УЗ) волны. В экспериментах применяется ячейка-резонатор с прозрачными стенками. УЗ излучатель установлен в вертикальной стенке ячейки, его ось излучения направлена горизонтально, поперёк рабочего слоя. Проводится фото-видеорегистрация изображений слоя жидкости в проходящем свете с их последующей цифровой обработкой. Рабочие жидкости изготавливаются на основе силиконовых масел, а в качестве дисперсной фазы выступает вода. УЗ волна приводит к перераспределению жидкостей, которое удаётся различить по изменению картин яркости света, проходящего через рабочий слой. УЗ колебания вызывают кавитацию в объёме жидкости, а также акустические течения (в первую очередь «кварцевый ветер»), которые становятся заметны при сравнительно высокой интенсивности УЗ воздействия. Эксперименты показывают, что интегральная яркость изображений изменяется с интенсивностью УЗ воздействия немонотонно. Характер этой зависимости коррелирует с проявлением акустических течений и согласуется с результатами других авторов.

См. также **23.05-01.1К**, **23.05-01.2К**, **23.05-01.3К**, **23.05-01.4К**, **23.05-01.5К**, **23.05-01.8К**, **23.05-01.9К**, **23.05-01.10К**, **23.05-01.11К**, **23.05-01.12К**, **23.05-01.23**, **23.05-01.44**, **23.05-01.61**, **23.05-01.72**, **23.05-01.112**, **23.05-01.119**, **23.05-01.154**, **23.05-01.194**, **23.05-01.195**, **23.05-01.196**, **23.05-01.197**, **23.05-01.198**, **23.05-01.199**, **23.05-01.200**

Физика

23.05-01.220 Решение динамической задачи Ламе. *Расулова Н.В., Махмудзаде Т.М. Известия Российской академии наук. Механика твёрдого тела.* 2023, № 5, с. 131-137. Рус.

Хорошо известная задача Ламе, поставленная в 1852 году, предусматривает решение статического равновесия параллелепипеда, со свободными боковыми поверхностями, подверженными действию противоположных торцевых усилий. В данной работе эта же задача рассматривается для более сложного варианта, т.е. для случая ударных воздействий торцевых сил. Найдено точное аналитическое решение этой задачи. Подчеркивая особую трудность решения этой задачи, Ламе, в своей книге "Lecons sur la theorie mathematique de l'elasticite des corps solides" (Paris, 1852) писал: "C'est une sorte d'engine aussi digne d'exercer la sagacite des analystes que le fameux problem des tris"

corps de la Mecanique celeste", — "Это, своего рода двигатель, столь же достойный тренировать прозорливость аналитиков, как и знаменитая проблема трех тел небесной механики". В то время эта задача была предметом премии Парижской академии наук, предназначавшимся для того, кто решит задачу Ламе. Несмотря на это, до сегодняшнего дня не найдено никакого решения даже статического варианта этой задачи, а в усложненном варианте задача даже не была в повестке.

23.05-01.221 Внутренние гравитационные волны от локализованного источника в потоке стратифицированной среды с модельным распределением частоты плавучести. *Булатов В.В., Владимиров И.Ю. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023. 63, № 8, с. 1343-1353. Рус.

Рассмотрена задача о расчете полей внутренних гравитационных волн, генерируемых локализованным источником возмущений в потоке стратифицированной среды конечной толщины с модельным распределением частоты плавучести. Используя аналитические представления частоты плавучести, получена неявная форма дисперсионного соотношения, аналитическое представление которой зависит от функций Бесселя действительного индекса. Приведены результаты численных расчетов дисперсионных кривых, линий равной фазы и волновых амплитуд для различных волновых мод и скоростей стратифицированного потока. Толщина стратифицированного слоя, вертикальный масштаб частоты плавучести и величина скорости потока являются основными факторами, влияющими на амплитудно-фазовую пространственную трансформацию возбуждаемых вниз по потоку волновых полей.

23.05-01.222 Гравитационная индукция. *Дмитриев А.Л. Инженерная физика.* 2023, № 8, с. 38-44. Рус.

Рассмотрено понятие гравитационной индукции как аналога электромагнитной индукции. Кратко описаны результаты экспериментов, показывающие целесообразность использования гравитационной индукции при феноменологическом описании неклассических свойств тяготения. Ключевые слова: гравитация, вес, ускорение, индукция.

23.05-01.223 Исследование механизма взаимодействия углеводородного пламени с электрическим полем. *Власов П.А., Панкратьева И.Л., Полянский В.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 4, с. 108-116. Рус.

Рассматривается один из возможных механизмов взаимодей-

ствия ограниченной области горения (факела пламени) с приложенным электрическим полем. Исследование основано на применении методов электрогидродинамики (ЭГД) для описания химически реагирующих многокомпонентных неравновесных частично ионизованных газовых смесей. Показано, что в окрестности границ пламени при определенных условиях образуются зоны объемного электрического заряда, на которые можно воздействовать полем. Исследуется характер изменения этих зон под влиянием поля.

23.05-01.224 Неединственность и устойчивость поверхности кипения воды в геотермальном резервуаре. *Цыпкин Г.Г. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 95-102. Рус.

Исследуется устойчивость покоящейся поверхности кипения воды в высокотемпературных породах, когда область воды расположена над областью пара. Показано, что решение неединственное и существуют два положения поверхности раздела. При изменении параметров решения сближаются и происходит слияние решений, а в некотором диапазоне параметров стационарное решение не существует. Методом нормальных мод исследована устойчивость положений поверхности раздела. Получено дисперсионное уравнение, которое исследовалось численно и аналитически. Показано, что переход к неустойчивости происходит при уменьшении давления в области пара или увеличении давления в области воды. Представлены бифуркационные диаграммы, иллюстрирующие слияние и не существование решений, а также выделены части ветвей, соответствующие устойчивым и неустойчивым режимам течения.

См. также **23.05-01.40, 23.05-01.167**

Астрономия

23.05-01.225 Современное состояние и перспективы развития отечественной морской гравиметрии. *Пешехонов В.Г., Соколов А.В., Краснов А.А. 11-я Российская мультikonференция по проблемам управления. Санкт-Петербург, 02–04 октября 2018 г.* СПб.: Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электронприбор". 2018, с. 6-16. Рус.

Рассматривается современное состояние морской гравиметрии в России. Приводится описание гравиметрической аппаратуры, алгоритмов и программных средств обработки данных. Представлены результаты ряда гравиметрических работ, выполненных в труднодоступных районах Мирового океана. Обсуждаются перспективы развития методов и средств изучения параметров гравитационного поля Земли на море, в частности, интегрированный гравиметрический комплекс для измерения абсолютного значения силы тяжести и комплекс измерения составляющих уклонений отвесной линии.

23.05-01.226 Навигационное обеспечение лунных миссий. *Микрин Е.А., Михайлов М.В., Орловский И.В., Рожков С.Н., Краснопольский И.А. 11-я Российская мультikonференция по проблемам управления. Санкт-Петербург, 02–04 октября 2018 г.* СПб.: Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электронприбор". 2018, с. 31-40. Рус.

Рассмотрены варианты навигационного обеспечения различных объектов в рамках освоения Луны. Проведен анализ группировки навигационных спутников (НС) Луны, аналогичных спутникам ГЛОНАСС и GPS, проведено исследование устойчивости группировки на окололунных орбитах. Показана неустойчивость конфигурации НС с околокруговыми орбитами высотой более 6000 км и наклоном $>30^\circ$. Проработана концепция использования околоземной группировки доработанных НС ГЛОНАСС, что позволяет получать с помощью стандартной аппаратуры спутниковой навигации решение навигационной задачи с точностями: для окололунных КА по координатам ~ 50 м и $\sim 0,1$ м/с по скорости, для прилунившихся объектов, находящихся на видимой стороне Луны, 40 м и 0,08 м/с соответственно. Предложена альтернативная конфигурация НС на

околокруговых 4 суточных орбитах с наклоном 90° . Дана оценка точности навигации при такой конфигурации НС: для окололунных КА ~ 15 м по координатам, 0,03 м/с по скорости, для объектов на видимой лунной поверхности ~ 10 м и 0,03 м/с соответственно. Исследована устойчивость выбранной конфигурации орбитальной группировки.

23.05-01.227 Перспективный эксперимент с гамма-спектрометром на борту мобильного космического аппарата для изучения элементного состава вещества Луны, Марса и других небесных тел без атмосферы или с тонкой атмосферой. *Аникин А.А., Митрофанов И.Г., Головин Д.В., Санин А.Б., Никифоров С.Ю., Дьячкова М.В., Лисов Д.И., Литвак М.Л., Мокроусов М.И., Тимошенко Г.Н., Швецов В.Н. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября–2 октября 2020 г. Сборник трудов.* М.: ИКИ РАН. 2020, с. 5-13. Рус.

Представлены итоги второго года исследований по созданию перспективного космического гамма-спектрометра, основанного на методе меченных заряженных частиц. В работе обсуждается методика, которая позволяет существенно подавить фон гамма-излучения от космического аппарата, на борту которого может быть установлен такой гамма-спектрометр, и приведены результаты испытаний и отработок лабораторного макета гамма-спектрометра на фазотроне Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований с использованием протонного пучка. Экспериментально доказано, что лабораторный макет гамма-спектрометра может рассматриваться как непосредственный прототип, позволяющий выполнять задачи по анализу элементного состава вещества вдоль траектории движения мобильного космического аппарата. Ключевые слова: гамма-лучи, космические лучи, ядерные линии, химический состав планетного вещества, планеты, Луна, космические исследования.

23.05-01.228 Регистрация пылевых частиц с помощью пьезоэлектрических элементов. *Бычкова А., Карташева А.А., Дольников Г.Г., Шашкова И.А., Кузнецов И.А., Ляи А.Н., Дубов А.Е., Шеховцова А.В.,*

Бедняков С.А., Захаров А.В. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 14-20. Рус.

Предложен экспериментальный метод определения импульса единичной пылевой частицы из направленного потока. С помощью аэродинамической трубы создано направленное движение пылевых частиц из материалов, схожих с марсианскими. С помощью пьезокерамических датчиков определены значения импульса для различных диаметров пылевых частиц. Теоретические расчёты и экспериментально полученные данные не противоречат друг другу. Ключевые слова: динамика пылевых частиц, Марс, пьезоэлектрический датчик, космические исследования.

23.05-01.229 Исследование гамма-вспышек земного происхождения, зарегистрированных экспериментом GBM космической обсерватории Fermi. Дзюба Е.С., Позаненко А.С., Минаев П.Ю., Выборнов В.И. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 21-44. Рус.

Гамма-вспышки земного происхождения (TGF) — короткие (~ 100 мкс) импульсы гамма-излучения с энергией до 40 МэВ, регистрируемые приборами на околоземной орбите. В работе использованы данные эксперимента GBM космической обсерватории Fermi. Исследование TGF сопряжено с рядом проблем, одной из которых является искажение регистрируемого потока из-за эффектов мёртвого времени. Искажения вносят существенный вклад, когда скорость счёта в детекторе приближается к $1/\tau$, где τ — мёртвое время. Цель работы — восстановление истинного потока гамма-фотонов, падающих на детектор, т. е. оценка количества потерянных фотонов для событий TGF различной интенсивности. Такая оценка проводится непараметрическим образом на основании гипотезы, что при регистрации эффекты мёртвого времени не влияют на события с небольшими потоками, а искажения при регистрации остальных событий связаны только с эффектами мёртвого времени. Все события были разделены на пять групп по интенсивности так, чтобы суммарные интенсивности групп были приблизительно равны. Для каждой группы проведено суммирование индивидуальных кривых блеска относительно их максимума. Кривая блеска наименее интенсивной группы считалась неискажённой эффектами мёртвого времени. Сравнением кривых блеска более интенсивных групп с кривой блеска наименее интенсивной группы получены оценки количества потерянных фотонов в зависимости от интенсивности. Для наиболее интенсивных TGF потери достигают 90% интегрального (по времени) потока. Ключевые слова: гамма-вспышки земного происхождения, мёртвое время, инструментальные эффекты, TGF.

23.05-01.230 Стенд для проведения испытаний на воздействие магнитного поля. Егоров М.В., Морозов О.В., Николадзе Г.М., Поляков П.А., Сазонов В.В., Харабадзе Д.Э., Шевцов В.С. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 45-48. Рус.

Разработан, изготовлен и аттестован испытательный стенд для проведения испытаний изделий ракетно-космической техники на воздействие постоянного магнитного поля, а также проведены расчёты, необходимые для обеспечения заданных метрологических характеристик. Ключевые слова: стенд, испытательное оборудование, магнитное поле, кольца Гельмгольца.

23.05-01.231 Нижнегибридные волны в экзосфере Луны. Кассем А.И., Попель С.И., Извекова Ю.Н., Зеленый Л.М. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 49-60. Рус.

Представлено описание волновых процессов при взаимодействии хвоста магнитосферы Земли с запыленной экзосферой Луны. Показано, что существенными при этом являются нижнегибридные волны, которые возбуждаются в результате раз-

вития линейной гидродинамической неустойчивости. Развитие неустойчивости обусловлено относительным движением ионов магнитосферы и заряженных пылевых частиц. Исследованы процессы развития нижнегибридной турбулентности, которая рассматривается с позиций сильной турбулентности. Определены значения эффективной частоты столкновений, обусловленной взаимодействием типа ион-волна и характеризующей потерю импульса ионов. Проведена оценка возникающих в системе электрических полей. Оказывается, что при развитии нижнегибридной турбулентности в плазменно-пылевой системе у Луны могут возбуждаться электрические поля, несколько меньшие электрических полей у поверхности Луны, возникающих в процессе зарядки ее поверхности при взаимодействии Луны с солнечным излучением, но тем не менее вполне значимые для установления адекватной картины электрических полей над Луной. Эффекты нижнегибридной турбулентности в пылевой плазме у поверхности Луны должны учитываться при интерпретации данных наблюдений. Ключевые слова: пылевая плазма, Луна, будущие лунные миссии, неустойчивости, нижнегибридная турбулентность.

23.05-01.232 Исследование поверхностей облучённых образцов защитных стёкол солнечных батарей. Колонтаева Е.С. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 61-68. Рус.

Изучены радиационно-стимулированные изменения защитных покрытий солнечных батарей космических аппаратов под действием протонов с энергией 20 кэВ. Облучение проводилось в вакууме 10^{-4} Па при плотности потока частиц $\Phi_p = 6 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$, флюенс частиц (Φ_p) варьировался в диапазоне $10^{14} - 10^{16} \text{ см}^{-2}$. Исследования поверхностей исходных и облучённых пластин из стекла К-208 методами атомно-силовой микроскопии показали, что при протонном облучении в приповерхностном слое образуются газонаполненные пузырьки. Разрушение газонаполненных пузырьков в экспериментах наблюдалось при флюенсах облучения $\Phi_p \geq 7,0 \text{ см}^{-2}$. Установлено, что основные изменения спектров отражения пластин К-208 при протонном облучении указанными флюенсами происходят в диапазоне длин волн 200—550 нм. Ключевые слова: протонное облучение, газонаполненные пузырьки, стекло К-208.

23.05-01.233 Нейтринное излучение в сверхновой с коллапсом центральной части. Коптяева Е.А. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 69-75. Рус.

Проанализированы численные данные по моделированию углового распределения нейтрино в условиях сверхновой звезды с коллапсом центральной части. Показано, что оно может быть приближено однопараметрической функцией гауссового типа. Получено, что его ширина падает с расстоянием по закону, близкому к квадратичному. Показано, что предложенное приближение описывает более 90% всех нейтрино в сверхновой, и, следовательно, может служить хорошим аналитическим приближением расчётных данных. Ключевые слова: сверхновая с коллапсом центральной части, нейтринное излучение, угловое распределение.

23.05-01.234 Измерение постоянной Хаббла по временным задержкам между изображениями SN Refsdal. Круглов А.А., Лыскова Н.Н., Бакланов П.В. XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 76-83. Рус.

В настоящее время значения основных космологических параметров известны с очень высокой точностью. Однако недавно было обнаружено расхождение на уровне значимости примерно 3σ величины постоянной Хаббла H_0 , определяющей темп расширения Вселенной в современную эпоху. Для понимания причин этого расхождения необходимо привлечение независимых подходов, способных с высокой точностью определять фундаментальные космологические параметры. Одной из та-

ких возможностей стало использование наблюдений гравитационно линзированных систем, в частности, гравитационно линзированных сверхновых. Первая обнаруженная гравитационно линзированная сверхновая с множественными изображениями — SN Refsdal — поставила уникальную возможность измерить значение постоянной Хаббла H_0 . Как известно, запаздывание между различными изображениями сверхновой обратно пропорционально H_0 , т. е. точность определения постоянной Хаббла ограничена точностью определения временной задержки между изображениями источника. На основе построенной физической модели предсверхновой, удовлетворяющей фотометрическим наблюдениям в разных фильтрах, получены уточнённые значения временных запаздываний и коэффициентов усиления между изображениями SN Refsdal. Исходя из этой информации и моделей гравитационного потенциала скопления-линзы, доступных в литературе, оценена постоянная Хаббла. Полученные результаты также могут послужить независимым тестом различных моделей распределения масс в линзе-галактике. Ключевые слова: гравитационное линзирование, сверхновые.

23.05-01.235 Оптико-физические свойства светопоглощающих никель-фосфорных покрытий и их применения в космических системах наблюдения для подавления рассеянного светового фона. *Марусев Д.В.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 84-86. Рус.

Представлены результаты исследований оптико-физических свойств светопоглощающих покрытий на основе сплава NiP, методика их изготовления и влияние внешне воздействующих факторов. Предложено нанесение светопоглощающих никель-фосфорных покрытий на поверхности конструкционных деталей оптического тракта оптоэлектронных систем наблюдения космических аппаратов, как промышленная технология чернения.

23.05-01.236 Моделирование прохождения частиц из группы средних ядер галактических космических лучей через атмосферу Земли. *Маурчев Е.А., Балабин Ю.В.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 87-91. Рус.

Сделано предположение, что при относительно высокой энергии (от 1 ГэВ/нуклон и выше) для ядер первичных космических лучей с зарядовым числом Z меньше двух повышается вероятность испытывать неупругие соударения при прохождении нижних слоёв атмосферы Земли, в ходе которых рождаются каскады вторичных частиц, способные приводить к увеличению скорости ионизации. Представлены результаты расчётов для ядер азота и кислорода, полученные при помощи программного комплекса RUSCOSMICS. Показаны оценки их вклада в скорость образования пар ионов для диапазона высот от 0 до 80 км (область нижней атмосферы) и локация, соответствующей географическим координатам Апатит (высокие широты). В результате проведённых вычислений доказано, что частицы космических лучей с $Z > 2$ могут значительно влиять на процесс ионообразования. Ключевые слова: численное моделирование, космические лучи, нижняя атмосфера, радиационная безопасность.

23.05-01.237 Моделирование миграции примеси в полимерном композите в случае неравномерного распределения наполнителя. *Мележко В.К.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 92-97. Рус.

Предложен общий подход к моделированию потери массы полимерных композиционных материалов в условиях космического пространства. Рассмотрено влияние дрейфового компонента на потерю массы таких материалов при вакуумно-тепловом воздействии. Установлено, что наличие дрейфовой составляющей в потоке мигрирующих в полимерном композите летучих

веществ в зависимости от направления скорости дрейфа либо замедляет, либо ускоряет их выход через свободную поверхность материала в вакуум. Ключевые слова: полимерный композиционный материал, потеря массы, диффузия, вакуумно-тепловое воздействие, математическая модель.

23.05-01.238 Анализ гравитационных аномалий и высот геоида Венеры. *Менщикова Т.И.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 98-100. Рус.

Использованы данные о топографии и гравитационном поле Венеры, полученные космическим аппаратом «Магеллан». На основании этих данных и использовании равновесной фигуры Венеры в качестве её референсной поверхности построены карты изолиний высот геоида и гравитационных аномалий планеты. Анализ полученных результатов показал, что большинство гравитационных аномалий и высот геоида сильно коррелируют с рельефом поверхности. Ключевые слова: гравитационное поле, топография, гравитационные аномалии, параметры равновесной фигуры, Венера.

23.05-01.239 Предложения по облику, цели, задаче и возможным сценариям работы лунохода в составе посадочной миссии на Луну. *Носов А.В., Литвак М.Л.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 101-108. Рус.

Основная цель будущих лунных проектов, безусловно — обеспечение успешной доставки максимально возможного количества полярного лунного реголита, взятого с разной глубины, с сохранением летучих веществ и водяного льда. Кроме этого, в дополнительные цели такого проекта включено создание космического комплекса на поверхности Луны на базе посадочных аппаратов, а также возврат на Землю биологических образцов и электронных компонентов, прошедших длительное экспонирование на поверхности Луны в составе предыдущих посадочных аппаратов. Для реализации этих целей необходимо обеспечить технологическую мобильность в окрестности посадки посадочного модуля. Это включает различные операции как в непосредственной окрестности места посадки для прямой помощи в сборе образцов грунта, так и в удалённой окрестности для доставки биологических образцов и электроники. Наиболее универсальным средством для решения этих задач является автономный луноход малого или среднего класса, оснащённый манипулятором для сбора и переноски различных образцов и научных модулей и имеющий возможность прямого телеуправления с Земли. В дополнение к основным целям миссии, наличие автономного лунохода, способного многократно пережить лунную ночь, также означает существенное расширение научной программы миссии, позволяя её продлить и после старта возвращаемого модуля с образцами лунного грунта, обеспечивает возвращение после долгого перерыва к практике использования луноходов и даёт возможность отработать элементы и основные принципы будущей лунной геологоразведки. Поэтому мобильность на поверхности Луны в реализации космического эксперимента, проводимого в рамках будущей посадочной миссии, является приоритетной задачей, а её возможные реализации должны быть детально изучены для выбора оптимальной концепции лунохода. С учётом изучения лётных образцов, прототипов и современных космических технологий можно будет реализовать концепцию лунохода малого или среднего класса и наделить его достаточно большой функциональностью для таких задач, как: съёмка окрестности места посадки, посадочного модуля и процесса бурения и забора грунта, сбор и доставка образцов с поверхности Луны, собранных в окрестности места посадки, перенос и установка на поверхность автономных исследовательских модулей в окрестности места посадки ПМ (сейсмометры, термодатчики), и многие другие. Ключевые слова: луноход, планетоход, комплекс научной аппаратуры, концепция шасси, Луна, приполярные области, космические исследования.

23.05-01.240 Приливное ускорение в сферической симметричной метрике на основе модифицированно-

го уравнения девиации геодезических. *Расулова А.М.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 109-117. Рус.

Проводится анализ модифицированного уравнения девиации геодезических линий в искривлённом пространстве-времени Шварцшильда. Основным отличием обобщённого уравнения девиации от классического является то, что тестовые частицы могут находиться на любом расстоянии друг от друга, т. е. геодезические не являются бесконечно близкими. Для простоты решения было принято, что одна частица имеет только радиальную компоненту скорости, а вторая — только круговую. В результате анализа было выявлено, что в зависимости от расстояния и скорости тестовых частиц знак приливных сил может меняться.

23.05-01.241 Учёт влияния рельефа космического тела при моделировании радиолокационных экспериментов. *Рудаменко Р.А., Юшков В.В., Юшкова О.В.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 1118-122. Рус.

Предложена концепция моделирования отражённого радиосигнала радара космического базирования от неровной поверхности космического тела. При численных расчётах в качестве рельефа использовалась 3-D-цифровая модель поверхности. Показано, что результаты моделирования согласуются с экспериментальными данными и теоретическими оценками. Работа выполнена в рамках научной поддержки радиолокационных экспериментов, проведение которых планируется в миссии «Луна-26».

23.05-01.242 Условие силового баланса в токовом слое в бестолкновительной плазме из протонов и замагниченных электронов. *Сецко П.В., Мингалев О.В., Мингалев И.В., Малова Х.В., Мельник М.Н., Артемьев А.В., Хабарова О.В.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 123-133. Рус.

Представлен вывод дивергентной формы уравнений силового баланса, а также рассматривается проверка выполнения условия силового баланса в стационарных тонких токовых слоях (ТТС) в бестолкновительной плазме из протонов и замагниченных электронов. При помощи численной модели стационарного пространственно одномерного ТТС с заданной нормальной компонентой магнитного поля получен набор конфигураций ТТС двух типов: симметричные конфигурации и конфигурации с колоколообразной сдвиговой (шировой) компонентой. Для этих конфигураций контролируется вклад различных слагаемых в выполнение условия силового баланса. Ключевые слова: токовые слои, тонкий токовый слой, силовой баланс, магнитосфера Земли, моделирование.

23.05-01.243 Исследование узких потоков субавроральных ионных дрейфов во время геомагнитной активности на основе спутниковых данных. *Синевич А.А., Чернышов А.А., Чугунин Д.В.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 134-142. Рус.

Субавроральная область ионосферы на сегодняшний день является актуальным предметом исследования, так как многие явления, происходящие в ней, изучены не до конца. Одно из таких явлений — поляризационный джет. Исследование параметров поляризационного джета до настоящего времени проводилось с помощью измерений наземных станций и спутниковых приборов с максимальной частотой опроса 1—5 Гц. Учитывая, что поляризационный джет обычно имеет небольшие пространственные размеры, для исследования его мелкомасштабной структуры необходимы измерения со значительно большей частотой опроса. В настоящей работе представлены результаты измерений параметров плазмы внутри поляризационного дже-

та с номинальной частотой опроса 1 кГц, проведённых установленной на спутнике NorSat-1 системой зондов Ленгмюра. В результате исследования установлено наличие неоднородностей температуры и концентрации электронов внутри поляризационного джета с пространственными размерами в десятки-сотни метров. Подтверждены известные ранее особенности развития поляризационного джета, а также обнаружено, что с развитием геомагнитной активности распределение температуры электронов внутри него разделяется на два выраженных пика. Ключевые слова: поляризационный джет, субавроральная ионосфера, плазменные параметры, мелкомасштабная структура.

23.05-01.244 Исследование возможности изучения полигонов твёрдых бытовых отходов с помощью спутниковых данных высокого разрешения. *Смолина А.В.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 143-145. Рус.

Для получения более полной информации о пространственных масштабах и протекающих процессах на полигонах твёрдых бытовых отходов (ТБО) были проанализированы спутниковые изображения на примере полигонов ТБО «Кучино», «Торбеево» и «Тимохово» за 2016 и 2019 гг. Изучались изображения в видимом и инфракрасном диапазонах (Landsat-8, OLI, TIRS; Sentinel-2A/B, MSI), а также радиолокационные данные (Sentinel-1A/B, SAR-C). Результаты косвенно свидетельствуют о наличии тепловых потоков, возникающих из-за складирования отходов. Ключевые слова: полигон ТБО, дистанционный мониторинг, температура поверхности, инфракрасный диапазон, радиодиапазон.

23.05-01.245 Методы дистанционной оценки показателей горизонтальной структуры древесного полога по данным спутниковой системы MODIS. *Ховратович Т.С., Барталев С.А.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 149-154. Рус.

Предложены новые методы дистанционной оценки показателей горизонтальной структуры лесов, включая проективное покрытие крон древесного полога леса, лесистость, сомкнутость и относительную полноту. Построены временные ряды данных указанных показателей горизонтальной структуры лесов на территорию России за период с 2001 по 2019 гг. Ключевые слова: проективное покрытие крон, сомкнутость, относительная полнота, лесистость, данные MODIS.

23.05-01.246 Исследование вариаций параметров в крупномасштабных явлениях солнечного ветра. *Хошлагачев А., Лодкина И.Г., Рязанцева М.О., Ермолаев Ю.И.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 155-160. Рус.

Приведены результаты статистического анализа свойств крупномасштабных явлений солнечного ветра на основе базы данных OMNI2 и каталога крупномасштабных явлений солнечного ветра Института космических исследований РАН. Показано, что 24-й цикл солнечной активности слабее предыдущих трёх: в частности, в нём ряд параметров принимает более низкие значения. Кроме того, рассмотрены мелкомасштабные вариации протонов и дважды ионизированных ионов гелия в солнечном ветре в различных крупномасштабных типах течений на основе данных приборов BMCSB (спутник «Спектр-Р») и приборов SWE, 3DP (спутник Wind). Показано, что максимальный уровень корреляции наблюдается в сжатой плазме перед магнитными облаками, а минимальный — в медленных потоках и гелиосферном токовом слое.

23.05-01.247 Сравнение морфометрических характеристик озёр для различных водных индексов. *Шмакова В.Ю.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 161-169. Рус.

Данные дистанционного зондирования позволяют получить

информацию о пространственно-временных параметрах поверхности Земли, в том числе и о водных объектах. Основная задача работы состоит в отделении водной поверхности на спутниковых снимках и анализе точности полученных результатов. В рамках настоящей работы была составлена программа для расчёта водных индексов на основе платформы Google Earth Engine для коллекции спутниковых снимков Sentinel-2, Landsat-8 и MODIS. В результате анализа полученных изображений были выявлены различия между водными масками, рассчитанными для разных водных индексов на основе снимков с различными спутников. Ключевые слова: дистанционное зондирование, спутники, спутниковые снимки, водная маска, водные индексы, водные объекты, Sentinel, Landsat, MODIS, NDWI, MNDWI.

23.05-01.248 Анализ состояния подземных вод Донбасса природного и техногенного происхождения на основе спутниковых данных GRACE. *Юрченко В.В., Несова А.В., Хархордин Е.В.* XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020, с. 170-176. Рус.

На основе спутниковых данных GRACE анализируется состояние неглубоких подземных вод и почвы в корневой зоне на территории четырёх гидрогеологических районов Донбасса за период более чем пять последних лет. Определены усреднённые индикаторы засухи — проценты влажности, для этих районов с января 2019 г. по июль 2020 г. Выполнена оценка возможности загрязнения подземных вод за счёт проникновения в них шахтных вод с действующих, ликвидированных и заброшенных горнодобывающих предприятий Донбасса. Ключевые слова: спутниковые данные, GRACE, индикаторы засухи, подземные воды, шахтные воды, почва, корневая зона, процент влажности.

23.05-01.249 Сферически-симметричное волновое решение уравнений Эйнштейна в приближении слабого поля. *Выблый Ю.П., Леонovich А.А.* Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2020. 64, № 4, с. 399-402. Рус.

В линейном приближении общей теории относительности получено точное сферически-симметричное нестатическое решение уравнений Эйнштейна, описывающее гравитационную волну, зависящую от запаздывающего аргумента. Получены отличные от нуля выражения для плотности импульса волны и сил, действующих на пробную частицу.

23.05-01.250 Об устойчивости движения системы двух тел и их центра масс в неоднородной среде. *Рябушко А.П., Жур Т.А.* Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2023. 67, № 3, с. 189-196. Рус.

В рамках ньютоновской небесной механики рассмотрена материальная система, состоящая из двух сферически симметричных тел сравнимых масс, движущихся внутри газопылевого шара со сферически симметричным распределением плотности среды в нем. Сформулированы и решены задачи, дающие ответ на степень влияния гравитационного поля неоднородной среды на устойчивость движения тел и их центра масс относительно координат тел, координат их центра масс, на орбитальную устойчивость по Ляпунову. Дополнительно рассмотрены задачи об устойчивости движения тел в смысле Лагранжа и Пуассона. Доказано, что гравитационное поле сферически симметрично распределенной среды превращает рассматриваемые движения, которые в пустоте являются устойчивыми, в неустойчивые в смысле Лагранжа, Пуассона, Ляпунова. Даны некоторые численные оценки, связанные с неустойчивостями, которые показывают, что для популярных пар звезд и пар галактик в неоднородной среде возникают их дополнительные смещения порядка многих миллионов километров, а при учете темной материи смещения должны быть на порядок больше последней оценки. Отмеченные неустойчивости являются следствием векового смещения по циклоиде или деформированной циклоиде центра масс системы двух тел и отсутствия барцентрической системы координат при учете влияния гравитационного поля сферически симметрично распределенной среды на движение тел (рассматриваемая материальная система незамкнута). Доказано, что для этой системы круговые и эллип-

тические орбиты тел не могут существовать. Вместо этих орбит имеем «витки», изображенные на приводимом рисунке. В планетарных системах (типа Солнечной системы), погруженных в неоднородную среду, смещения центров масс ничтожно малы и поэтому можно считать, что круговые и эллиптические орбиты практически могут существовать.

23.05-01.251 Предисловие [Третья всероссийская научно-техническая конференция "Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов". Сборник трудов]. *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 7-8. Рус.

23.05-01.252 Разработка автономной бесплатформенной астроинерциальной навигационной системы. *Аванесов Г.А., Бессонов Р.В., Куркина А.Н., Мыслик Е.А., Лискив А.С., Людомирский М.Б., Каютина И.С., Ямщиков Н.Е.* Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 9-29. Рус.

Приведены основы идеологии создания астроинерциальных навигационных систем (АИНС) воздушного и наземного применения на базе бесплатформенных навигационных устройств: астровизирующего устройства (АВУ), инерциальной навигационной системы (ИНС) и спутникового навигационного приёмника. сформулированы требования к оптическим и электронным компонентам АВУ АИНС. Приведены результаты экспериментальной отработки макета АИНС на земле и на объекте. Рассмотрены различные варианты астрокоррекции бесплатформенной ИНС, реализуемые в АИНС.

23.05-01.253 Логика взаимодействия системы сбора и обработки информации с комплексом научной аппаратуры и служебными системами космического аппарата "СПЕКТР-РГ". *Дроздова Т.Ю., Катасонов И.Ю., Куделин М.И.* Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 30-37. Рус.

Представлено решение задачи организации взаимодействия прибора с внешними системами на примере системы сбора и обработки информации комплекса научной аппаратуры проекта Спектр-Рентген-Гамма, описаны основные алгоритмы информационно-логического обмена с комплексом научной аппаратуры и служебными системами космического аппарата и электрические стыковочные испытания, проведённые для отработки ССОИ.

23.05-01.254 Система датчиков гида в контуре наведения космического телескопа проекта СПЕКТР-УФ. *Аванесов Г.А., Белинская Е.В., Воронков С.В., Строилов Н.А., Катасонов И.Ю., Куделин М.И., Никутин А.В.* Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 38-46. Рус.

Описаны принципы совместной работы систем гидирования, наведения и стабилизации космического телескопа Т-170м проекта СПЕКТР-УФ. Цикл наведения телескопа на исследуемый источник условно разделяется на контуры грубого и точного наведения, в которых задействованы система датчиков гида, двигатели-маховики, звёздные датчики и датчики угловых скоростей. совместная работа указанных приборов обеспечивает наведение и удержание объекта в поле зрения научных приборов в течение нескольких часов экспозиции с необходимой точностью.

23.05-01.255 Система регистрации изображений и прощупывание астрографа для орбитальной звёздной стереоскопической обсерватории. *Чубей М.С., Курпянов В.В., Львов В.Н., Ваголдн А.В., Цуканова Г.И., Маркелов С.В.* Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 47-57. Рус.

В настоящее время ПЗС-астрономия развивается, прогрессируя в направлении увеличения площади покрытия фокальной плоскости телескопа матрицами с объединением их в мозаику. Технологии создания радиационно стойких матриц позволили увеличить срок службы этих приборов в орбитальных условиях. Рассмотрены аргументы для выбора мозаики в проекте орбитальной звёздной стереоскопической обсерватории с учётом решений подобной задачи в наземных телескопах и в телескопах планируемых космических миссий. Представлены вариан-

ты. Сформулированы требования к системе регистрации.

23.05-01.256 Наблюдение космических объектов с помощью оптических датчиков в экспериментах Спирит/КОРОНАС-Ф и ТЕСИС/"Коронас-Фотон". Кузин С.В., Ульянов А.С., Шестов С.В., Богачёв С.А., Карабаджаев Г.Ф. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 58-68. Рус.

В настоящее время наблюдение за космическим мусором ведётся в основном наземными методами, которые не позволяют регистрировать объекты с размером менее 10 см. для их обнаружения и каталогизации наиболее эффективным является наблюдение из космоса — со спутников и автоматических или пилотируемых станций. массовое применение этого метода, однако, ограничено высокой стоимостью создания аппаратуры и вывода её в космос. в работе предлагается альтернативный способ регистрации космического мусора, основанный на использовании звёздных датчиков систем ориентации, которыми оснащаются практически все современные космические аппараты. на конкретных примерах показано, что с помощью звёздных датчиков можно регистрировать частицы космического мусора с размером от 1 мм, находящиеся на расстоянии до нескольких километров от космического аппарата. апробация метода произведена в ходе двух космических экспериментов: Спирит на спутнике КОРОНАС-Ф и ТЕСИС на спутнике «Коронас-Фотон». в ходе исследования был также разработан комплекс программного обеспечения, способный автоматически производить поиск частиц мусора на изображениях, определять их координаты и скорость и рассчитывать параметры их орбит. всего в ходе двух экспериментов обработано около 100 тысяч изображений, на которых обнаружено примерно 600 космических объектов.

23.05-01.257 Конструктивные особенности узкопольного звёздного датчика ГАИШ МГУ с зеркальным объективом. Стекольников О.Ю., Захаров А.И., Прохоров М.Е. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 69-79. Рус.

Приводятся характеристики и подробно описывается конструкция узкопольного (2 угл. град) датчика звёздной ориентации ГАИШ МГУ, выполненного по оптической схеме Ричи—Кретъена с линзовым афокальным корректором. Изложены конструктивные подходы для обеспечения температурной стабильности оптической системы и оптимальных тепловых режимов систем датчика. Приведено обоснование выбора материала главного и вторичного зеркал и оптической скамьи датчика. дано описание конструкции одноразовой крышки звёздного датчика и его наборной бленды.

23.05-01.258 Расчёт оптимальных характеристик оптической системы и матричного приёмника излучения звёздного датчика ориентации по его тактико-техническим характеристикам. Прохоров М.Е., Захаров А.И., Тучин М.С. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 80-90. Рус.

Описываются принципы расчёта минимально необходимых характеристик оптической системы и матричного приёмника излучения звёздного датчика ориентации, которые позволяют достигнуть требуемой погрешности определения ориентации для заданной экспозиции. в расчёте предполагается, что на погрешность ориентации влияют только случайные шумы различного происхождения, а все систематические погрешности устранены. демонстрируется, что в существующих системах астроориентации погрешность превышает минимально достижимую на порядок величины из-за неучёта систематических ошибок.

23.05-01.259 Об одном алгоритме повышения надёжности системы ориентации космического аппарата при сбоях звёздного датчика. Морозова Л.М., Незамкин Л.И., Рябинов В.С. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 91-96. Рус.

Рассмотрена система ориентации, в контуре управления которой используются два звёздных датчика (ЗД) типа БОКЗ-М и точные гироскопические датчики угловых скоростей (ДУС). Известно, что в процессе эксплуатации космического аппарата (КА) ионизирующее воздействие космического пространства

приводит к сбоям в работе звёздного датчика. При сбоях звёздного датчика система из режима «астроиндикации» автоматически на время включения и подготовки к работе резервного ЗД переводится в режим «Гиропамять». во время включения и тестирования резервного ЗД производится опрос (такт опроса 3 с) отказавшего или потерявшего ориентацию датчика. По окончании тестирования резервного ЗД в алгоритме проводится опрос двух ЗД. в контур управления системы включается ЗД, первый определивший ориентацию, а второй выключается. система ориентации возвращается к прежнему, имевшему место до сбоя, режиму работы. Приведено описание алгоритма программы, реализованной в вычислительном устройстве.

23.05-01.260 Электромагнитные системы сброса кинетического момента. Бычков Ю.П., Ковш Ю.В., Петрякова И.А., Сигал Л.Н. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 97-103. Рус.

Рассмотрены некоторые системы сброса кинетического момента, используемые на космическом аппарате (КА) «Метеор-М» и других КА, новизна решений которых подтверждена рядом авторских свидетельств и патентов (авторское свидетельство № 1376755 на изобретение «устройство для измерения магнитного поля», патент № 2140128 на изобретение «Ревёрсивный переключатель индуктивной нагрузки»), а также особенности специального программного обеспечения.

23.05-01.261 Исследование алгоритма определения относительного положения и ориентации спутников в групповом полёте с использованием обработки видеозаписей. Иванов Д.С., Сакович М.А., Овчинников М.Ю., Карпенко С.О. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 104-113. Рус.

Описан алгоритм определения относительного расстояния и относительной ориентации спутников с использованием видеозаписей реперных точек. Проведено моделирование работы разработанного алгоритма, исследована точность определения относительного фазового состояния в зависимости от расстояния до снимаемого спутника и от размера изображения реперных точек. с помощью разработанного алгоритма определено относительное движение микроспутника "Чибис-М" сразу после его отделения от грузового корабля «Прогресс-13м».

23.05-01.262 Анализ работы алгоритмов системы ориентации и стабилизации микроспутника "Чибис-М". Иванов Д.С., Ролдугин Д.С., Ткачев С.С., Карпенко С.О., Излев Н.А., Овчинников М.Ю. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 114-131. Рус.

Приведено описание системы ориентации микроспутника «Чибис-М». Рассматриваются результаты лётных экспериментов по демпфированию начальной угловой скорости с помощью токовых катушек, стабилизации в орбитальной системе координат и ориентации космического аппарата солнечными панелями на солнце с помощью маховиков. также исследуется работа алгоритмов определения ориентации спутника на освещённом и теневом участках орбиты. Представлена и проанализирована общая логика работы системы ориентации в автоматическом режиме.

23.05-01.263 Разработка рекомендаций по управлению ориентацией микроспутника "Чибис-М" в случае отказа части исполнительных органов. Овчинников М.Ю., Иванов Д.С., Ролдугин Д.С., Ткачёв С.С., Карпенко С.О. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 132-145. Рус.

Проведено исследование нештатных режимов системы управления ориентацией. Разработаны рекомендации по стабилизации углового движения спутника для основных вариантов отказов, а также по использованию гравитационной штанги. Приведена блок-схема отказов исполнительных элементов системы ориентации.

23.05-01.264 Автономная система ориентации на принципах измерения параметров анизотропии пространства. Гладышев В.О., Кауц В.Л., Тиунов П.С. Механика, управление и информатика. 2013, № 1, с. 146-15. Рус.

Обсуждается возможность использования эффектов электродинамики движущихся сред для измерения анизотропии про-

странства с целью построения автономной системы ориентации. такая возможность появляется по нескольким причинам: во-первых, экспериментально открыта анизотропия реликтового электромагнитного излучения, которое можно рассматривать в качестве глобального навигационного поля; во-вторых, данное поле позволяет использовать его для калибровки системы ориентации нового поколения; в-третьих, в основу принципа работы системы ориентации может быть положен эффект локальной зависимости вектора скорости электромагнитного излучения в движущейся среде от ориентации в анизотропном пространстве.

23.05-01.265 Магнитная система управления малым космическим аппаратом с использованием нечёткой логики. *Новалов А.А.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 152-159. Рус.

Рассматриваются задачи магнитного управления ориентацией малого космического аппарата (МКА). обсуждается фильтр Калмана — традиционный рекурсивный алгоритм определения ориентации спутника, приводятся его недостатки. Рассматривается возможность реализации нейросетевого алгоритма определения ориентации МКА, перечисляются преимущества этих алгоритмов по сравнению с традиционными.

23.05-01.266 Решение задачи навигации и ориентации микрокосмического аппарата по данным о магнитном поле Земли с использованием фильтра Калмана. *Потехин С.Г., Власенков Е.В., Комбаев Т.Ш., Павлова А.Н.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 160-168. Рус.

Рассматривается система автономной навигации и определения ориентации микрокосмического аппарата (МКА) по данным о магнитном поле Земли, описывается построение фильтра Калмана для решения задачи навигации и ориентации космического аппарата, представлены результаты решения задачи навигации МКА по магнитометрическим данным.

23.05-01.267 Результаты отработки программного обеспечения прибора звёздной ориентации БОКЗ-М60/1000 на стенде динамических испытаний. *Аванесов Г.А., Бессонов Р.В., Дементьев В.Ю.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 169-179. Рус.

Представлено описание прибора звёздной ориентации БОКЗ-М60/1000 разработки ИКИ РАН. Получено подтверждение характеристик прибора, заложенных требованиями технического задания, при помощи стенда динамических испытаний. доказана работоспособность прибора при наличии фоновой засветки, а также в условиях светооптических помех. определены границы его работоспособности.

23.05-01.268 Результаты натурных испытаний прибора звёздной ориентации БОКЗ-М60/1000. *Аванесов Г.А., Бессонов Р.В., Дементьев В.Ю., Мысник Е.А.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 180-189. Рус.

Представлены методика и результаты натурных испытаний прибора звёздной ориентации БОКЗ-М60/1000. в ходе натурных испытаний проведена оценка чувствительности прибора и выполнен расчёт точности измерений при движении со скоростью вращения Земли. Подтверждена работоспособность прибора при угловой скорости до 6 град/с и угловом ускорении до 1 град/с².

23.05-01.269 Результаты испытаний звёздного прибора ориентации космического аппарата на воздействие протонного излучения. *Федосеев В.И., Куняев В.В., Юдина Л.М., Коптев А.А., Тюрин В.С., Иванов Н.И.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 190-198. Рус.

Рассматривается оценка стойкости матричного фотоприёмника (МФП) звёздного прибора ориентации КА к воздействию протонного излучения. Показано, что в результате воздействия в МФП генерируются помеховые сигналы двух видов — кратковременные (однокадровые) дефекты изображения в отдельных пикселах и устойчивые дефекты изображения. Показано, что интенсивность генерации дефектов существенно зависит от энергии протонов. Приведены количественные оценки интен-

сивности возникновения дефектов изображения на МФП для протонов энергии 50, 100, 200 и 1000 МэВ по результатам наземных испытаний на ускорителе заряженных частиц, прогнозные оценки для условий космического пространства и экспериментальные данные о количестве дефектов для условий космического пространства. Подтверждено соответствие прогнозных оценок экспериментальным данным.

23.05-01.270 Методы повышения точности стендового оборудования для наземной отработки прецизионных звёздных датчиков. *Бунтов Г.В., Верховцева А.В., Забиякин А.С., Князев А.Н., Стальнов А.М.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 199-203. Рус.

Приведены технические требования к точностным параметрам звёздного датчика и стендового оборудования, разрабатываемые в НПП «ОПТЭКС». Представлен состав стенда измерения угловых координат и описаны принципы работы его основных узлов.

23.05-01.271 Повышение вероятности распознавания звёзд при высоких угловых скоростях космического аппарата с использованием информации об угловой скорости. *Князев В.О., Поздняков А.А.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 204-208. Рус.

Предложен метод повышения вероятности распознавания фрагмента звёздного неба при больших угловых скоростях космического аппарата. метод состоит из двух частей: первая — определение угловой скорости, выбор оптимального времени накопления сигналов и специально сформированного для текущей скорости звёздного каталога. вторая — слежение не только за визируемыми на фотоприёмной матрице звёздами, но и за теми звёздами, которые уже вышли за пределы поля зрения. слежение за такими звёздами возможно путём интегрирования угловой скорости с последующим пересчётом координат на текущий момент времени.

23.05-01.272 Автоматическое распознавание и определение характеристик объектов околоземного пространства. *Бондаренко М.А.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 209-219. Рус.

Представлена алгоритмическая реализация автоматического распознавания объектов околоземного пространства на примере распознавания метеоров в ночном небе по одиночным кадрам и определения их физических характеристик, таких как абсолютная светимость и звёздная величина. в ходе выполнения работы был получен новый метод медианной фильтрации, который отличается от классической более высоким качеством фильтрации. Полученные результаты представляют ценность как для фундаментальных астрофизических исследований, так и для решения прикладных задач навигации летательных аппаратов и искусственных спутников Земли (ИСЗ).

23.05-01.273 Эффективность методов распознавания звёздных конфигураций путём сравнения пар звёзд с использованием и без использования информации о блеске звёзд. *Бирюков А.В., Захаров А.И., Никифоров М.Г., Николаев Ф.Н., Прохоров М.Е., Тучин М.С.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 220-229. Рус.

Описываются и сравниваются две процедуры начального отождествления конфигураций звёзд путём сравнения угловых расстояний между парами звёзд в бортовом каталоге и парами фотоцентров в кадре. один из алгоритмов использует информацию о блеске (звёздных величинах) навигационных звёзд, второй — только координатную информацию. моделирование функционирования алгоритмов показало, что оба алгоритма функционируют с высокой надёжностью — 99,6% верных отождествлений, однако оба алгоритма показывают экспоненциальное распределение времени исполнения, что не позволяет получить верхнюю границу времени их исполнения. отождествление с использованием дополнительной информации о блеске звёзд производится примерно в 30 раз быстрее.

23.05-01.274 Навигационный звёздный каталог минимального объёма, привязанный к квазиравномерной сетке на небесной сфере. *Бирюков А.В., Захаров А.И.,*

Никифоров М.Г., Николаев Ф.Н., Прохоров М.Е., Тучин М.С. *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 230-242. Рус.

Каталог навигационных звёзд для систем астроориентации должен иметь приблизительно постоянную плотность распределения звёзд по небесной сфере. классический способ построения таких каталогов — прореживание каталога звёзд, полного до предельной звёздной величины звёздного датчика. обычно для этого небесная сфера разбивается на примерно равные площадки. в работе предложен альтернативный метод создания каталогов путём привязки звёзд к квазиравномерной сетке точек на сфере. Построено несколько модельных каталогов, показано, что их свойства не уступают каталогам, созданным классическим способом.

23.05-01.275 **Расчёт блеска звёзд в спектральной полосе кремниевого фотоприёмника звёздного датчика по данным каталогов Tусho-2 и 2MASS.** *Бирюков А.В., Захаров А.И., Крусанова Н.Л., Миронов А.В., Мошкалева В.Г., Николаев Ф.Н., Прохоров М.Е., Тучин М.С.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 243-248. Рус.

Описывается процедура расчёта блеска звёзд для навигационного каталога звёздного датчика (ЗД) ГАИШ МГУ. Предлагается метод вычисления величин звёзд в полосе чувствительности кремниевого ПЗС. для расчёта в основном использовались данные каталогов Tусho-2 и 2MASS. метод заключается в аппроксимации величин редуцированными полиномами, составленными как из модельных показателей цвета звёзд, так и из конкретных данных различных фотометрических каталогов. Приводятся оценки точности величин в полосе ЗД. достаточная точность полученных величин подтверждается по результатам последних лет.

23.05-01.276 **Учёт термогенерации матричных приборов с зарядовой связью как основа повышения точности звёздного датчика.** *Тучин М.С., Бирюков А.В., Захаров А.И., Прохоров М.Е.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 249-256. Рус.

Обсуждаются эффективные алгоритмы расчёта темнового тока при проведении первичной обработки изображения в реальном времени для типичных режимов функционирования звёздного датчика.

23.05-01.277 **Оптимизация конструкции светозащитной бленды прибора звёздной ориентации.** *Филиппова О.В., Бессонов Р.В., Аванесов Г.А.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 257-279. Рус.

Описаны принципы построения бленды для прибора звёздной ориентации. Приведены результаты исследования светозащитной системы прибора звёздной ориентации. описаны возможности дальнейшего совершенствования светозащитной системы с целью улучшения характеристик приборов звёздной ориентации. Экспериментальная часть работы заключается в измерении коэффициентов диффузного рассеяния различных покрытий, рассеяния на кромках диафрагм, подавления боковой засветки в объективе и подтверждении результата численного моделирования.

23.05-01.278 **О возможности применения сотовой бленды в звёздном датчике.** *Афанасенков Ю.М.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 280-289. Рус.

Рассмотрены свойства сотовой бленды, технология её изготовления, достоинства и недостатки по сравнению с обычной блендой. написана программа, моделирующая прохождение света через бленду с учётом паразитных эффектов: неламабертовского переотражения света от стенок бленды, дифракции на ячейковой структуре бленды. Предложен алгоритм уравновешенного тройного быстрого преобразования Фурье, полностью симметричного относительно начала координат, что удобно для многих применений, в том числе, для расчёта дифракции. Изучена возможность использовать сотовую бленду в звёздных датчиках.

23.05-01.279 **Процедура орторектификации снимков комплекса многозональной спутниковой съёмки, получаемых с космического аппарата "Метеор-М".** *Жу-*

ков С.Б. *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 290-296. Рус.

Разработан итеративный алгоритм орторектификации изображений, получаемых комплексом многозональной спутниковой съёмки (КМСС) на КА «Метеор-М», позволяющий осуществлять их геометрическую коррекцию и географическую привязку с учётом рельефа. Алгоритм реализован в виде приложения КМСС— Coreg— ortho, включённого в состав программного комплекса потоковой обработки данных КМСС. Приводятся примеры орторектификации модельных и реальных изображений КМСС.

23.05-01.280 **Возможности восстановления смазанных космических изображений.** *Жуков Б.С.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 297-309. Рус.

Проанализированы возможности использования винеровской фильтрации для восстановления смазанных изображений, получаемых космическими съёмочными системами. с помощью тестового изображения, представляющего собой поля типа «шахматная доска» с различным размером квадратов, показано, что при отношении сигнал/шум от 250 до 100 и ошибках задания ширины функции рассеяния точки (ФРт) до 10% могут быть удовлетворительно восстановлены объекты размером до половины ширины ФРт. Приводятся примеры восстановления реальных изображений, полученных космическими съёмочными системами.

23.05-01.281 **Оценка точности автоматической географической привязки пространственных данных комплекса многозональной спутниковой съёмки в ходе лётной эксплуатации.** *Кондратьева Т.В., Никитин А.В., Полянский И.В.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 310-326. Рус.

Рассматриваются точность автоматической координатной географической привязки видеоданных комплекса многозональной спутниковой съёмки (КМСС), функционирующего на борту КА «Метеор-М» № 1. Приведены результаты трансформирования полученных сканерных изображений в заданную картографическую проекцию, координатной привязки изображений, сведения спектральных каналов и построения спектрально-координатных изображений с использованием данных комплекса координатно-временного обеспечения (ККВО), в состав которого входят прибор звёздной ориентации БОКЗ-М и система спутниковой навигации АСН-М-М.

23.05-01.282 **Построение цифровой модели объекта путём его синхронной съёмки двумя камерами с фиксированным базисом.** *Никитин А.В.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 327-334. Рус.

Рассматривается метод построения цифровой модели лунной поверхности с целью получения пространственных координат выбранных областей. Предполагается выполнить синхронную съёмку с фиксированного базиса с использованием лазерной установки. Приведён пример работы программного обеспечения, реализованного согласно приведённому алгоритму.

23.05-01.283 **Камера-спектрометр для исследований минералогического состава грунта.** *Липатов А.Н., Макаров В.С., Экономов А.П., Антоненко С.А., Захаркин Г.В., Богачёв Д.Л., Румянцев Д.М.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 335-344. Рус.

Представлены технические возможности оптоэлектронного прибора для исследования минералогического состава различных типов грунта. Получение минералогического состава и структуры реголита луны было главной целью данной работы. особое значение в этом эксперименте придавалось исследованию лежащих на поверхности отдельных камней в районе посадки лунного аппарата, которые являются интересным материалом для исследования внутренних слоёв коры спутника, так как они могли быть выброшены на поверхность с различной глубины во время падения метеоритов или вулканической деятельности в ранней истории луны. для решения поставленной задачи предлагается использовать совмещённый метод спектрального и импульсного люминесцентного анализа на основе одного детектора. совмещённый метод позволяет с большей достоверностью идентифицировать минералогический состав

грунта дистанционным методом. такой метод даёт также высокую точность процентного содержания компонент минерала в грунте, что является важной характеристикой при исследовании истории происхождения луны. в статье рассматриваются структура прибора в целом, его основные элементы и характеристики. анализировались проблемы, которые встречались во время разработки прибора, и методы их устранения. Разрабатываемый прибор имеет возможности дальнейшего применения в других миссиях при решении аналогичных задач.

23.05-01.284 Анализ видимости линии горизонта при различных условиях наблюдения для решения задач оптической навигации летательных аппаратов. *Гришин В.А. Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 345-352. Рус.

Визирование (наблюдение) линии горизонта может быть использовано для создания навигационных систем летательных аппаратов, когда требуется высокая устойчивость к попыткам подавления средств навигации. навигационные системы такого типа в настоящее время разрабатываются для робототехнических систем, перемещающихся по поверхности Земли или иных планет. навигационные системы на основе визирования линии горизонта для авиационного применения сейчас находятся в стадии исследований. Проблема состоит в том, что необходимо надёжно обнаруживать линию горизонта на очень больших расстояниях. в статье анализируется видимость линии горизонта при различных условиях наблюдения.

23.05-01.285 Алгоритм системы технического зрения посадочного модуля. *Бондарев В.Г. Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 353-360. Рус.

Предложен алгоритм аналитического слежения за точкой посадки, которая может быть видна только в один момент времени и не доступна для наблюдения на всём этапе посадки. По контрастным точкам в окрестности желаемой точки посадки оценивается степень волнистости, а при наличии на борту курсовертикали — горизонтальности поверхности, что позволяет в процессе посадки принимать решение о её возможности. Результаты измерений могут быть использованы для обеспечения управляемого спуска в заданную точку посадки.

23.05-01.286 Настоящее и будущее фундаментальных космических исследований в России. *Санько Н.Ф. Механика, управление и информатика.* 2013, № 1, с. 361-374. Рус.

Освещаются вопросы, связанные с новой редакцией Федеральной космической программы РФ (ФКП) на период 2006—2015 гг. и проектом «стратегии развития космической деятельности России до 2030 г. и на дальнейшую перспективу». При обсуждении ФКП затрагивается вопрос об истории планирования космических исследований в нашей стране. демонстрируется общая структура трёх ФКП на периоды 1996—2000 гг., 2001—2005 гг. и с 2006 до 2015 г. Знакомство с проектом «стратегии развития космической деятельности России до 2030 г. и на дальнейшую перспективу» ограничивается пояснением её общей структуры и обсуждением раздела «Фундаментальные космические исследования».

23.05-01.287 Научные эксперименты на малых космических аппаратах аппарата, сбор данных и управление, электронная компонентная база. *Труды научно-технического семинара. Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 1. Рус.

23.05-01.288 Аннотация [Научные эксперименты на малых космических аппаратах аппарата, сбор данных и управление, электронная компонентная база. *Труды научно-технического семинара.* Механика, управление и информатика. 2013, № 2, с. 2. Рус.

В данные труды включены тексты докладов, представленных на семинаре «Научные эксперименты на малых космических аппаратах: аппарат, сбор данных и управление, электронная компонентная база». Семинар проводился Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) и Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего профессионального образова-

ния «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Министерства образования и науки (НИЯУ МИФИ) в г. Таруса, Калужской обл., 23—25 мая 2012 г. Приводятся описания научных экспериментов, систем сбора информации, методик исследования стойкости электронных изделий к радиационным воздействиям. Материалы представляют интерес для научных сотрудников и инженеров, занимающихся разработкой аппаратуры для космических экспериментов, студентов и аспирантов.

23.05-01.289 Предисловие [Научные эксперименты на малых космических аппаратах аппарата, сбор данных и управление, электронная компонентная база. *Труды научно-технического семинара.* Механика, управление и информатика. 2013, № 2, с. 3-4. Рус.

23.05-01.290 Техническая концепция и научные задачи комплекса научной аппаратуры "Арка" для малого космического аппарата МКА-ФКИ № 5. *Богачев С.А., Кузин С.В., Перцов А.А., Шестов С.В., Иванов Ю.С., Ульянов А.С., Кириченко А.С., Рева А.А. Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 5-20. Рус.

Физический институт Российской академии наук (ФИАН) ведёт работы по созданию комплекса научной аппаратуры «Арка» (КНА «Арка») для малого космического аппарата (МКА) № 5, создаваемого в рамках программы фундаментальных космических исследований (МКА-ФКИ). Аппарат предназначен для построения высокоточных изображений Солнца с пространственным разрешением 0,1 угл.с/пиксел, что соответствует линейному размеру ~ 70 км на поверхности Солнца. Соответствующее разрешение в 17 раз выше, чем разрешение телескопов ТЕСИС на спутнике «КОРОНАС-Фотон» (Россия) и в 6 раз превышает разрешение действующих солнечных телескопов AIA на спутнике SDO (США). Концепция КНА «Арка» близка к концепции обсерватории TRACE (США), выведенной на орбиту в 1998 году в рамках программы малых космических аппаратов НАСА SMEX (Small Explorer missions): наблюдения Солнца производятся в ограниченном поле зрения, но имеют очень высокое угловое разрешение. В состав КНА «Арка» входят три инструмента: два больших телескопа для наблюдения солнечной короны и переходного слоя Солнца в линиях Fe IX 171 А (телескоп Т1) и He II 304 А (телескоп Т2), а также относительно компактный телескоп ТХ, строящий изображения полного солнечного диска. Для спутника выбрана геосинхронная орбита с наклоном 63,4°, которая обеспечивает непрерывную видимость Солнца за исключением краткосрочных периодов затмений, а также позволяет передать на Землю значительные объёмы целевой информации. Предполагается, что телескопы будут получать от 100 до 1000 высокоточных изображений Солнца в сутки с размером кадра 6144.6144 пиксела. В настоящее время ведутся работы по созданию сайта проекта, который будет открыт по адресу <http://arka.lebedev.ru>.

23.05-01.291 Концепция построения всенаправленной системы регистрации потоков космических заряженных частиц на малом космическом аппарате. *Дудник А.В., Прето М.М., Курбатов Е.В., Санчез С.П., Тимакова Т.Г., Титов К.Г., Парра П.Э., Авиллов А.М., Котов Ю.Д., Юров В.Н. Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 21-47. Рус.

Представлена концепция построения всенаправленной системы мониторинга заряженных частиц высоких энергий на основе группы малогабаритных бортовых приборов. Описываются структурная схема, принципы работы, первые результаты лабораторных тестов отдельных модулей унифицированного компактного прибора SIDRA. Обосновывается необходимость разработки спектрометра и приводится перечень актуальных задач, решаемых с помощью группы унифицированных приборов. Обсуждаются результаты компьютерного моделирования, измерений основных характеристик электронных узлов; тестирования лабораторного макета. Описываются режимы работы прибора.

23.05-01.292 Рентгеновский и гамма-спектрометр ГРИС. *Котов Ю.Д., Юров В.Н., Глязченко А.С., Кочемасов А.В., Лупарь Е.Э., Трофимов Ю.А., Руб-*

цов И.В., Жучкова Е.А., Тышкевич В.Г., Орешников Е.М., Туманов А.В., Лягушин В.И. *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 48-65. Рус.

Описан планируемый эксперимент по исследованию рентгеновского и гамма-излучения и нейтронов солнечных вспышек. Излучение будет регистрироваться сцинтилляционными спектрометрами на основе кристаллов $\text{LaBz}_3(\text{Ce})$ и $\text{CsI}(\text{Tl})$ в диапазонах энергии 0,05–15 МэВ и 0,3–200 МэВ соответственно. Спектрометр $\text{LaBz}_3(\text{Ce})$ будет с высокой эффективностью регистрировать линейчатое излучение и обеспечивать идентификацию линий. Спектрометр $\text{CsI}(\text{Tl})$ предназначен для регистрации высокоэнергичного излучения и выделения нейтронов по форме сцинтилляционного сигнала. Приведены описания научной аппаратуры ГРИС, условия проведения эксперимента и результаты расчёта характеристик его детектора.

23.05-01.293 **Комплекс научной аппаратуры для наблюдения космических гаммавсплесков в эксперименте КОНУС-УФ.** *Олейник Ф.П., Аптекарь Р.Л., Голенецкий С.В., Грибовский К.С., Мазец Е.П., Свинкин Д.С., Уланов М.В., Фредерикс Д.Д.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 66-72. Рус.

Представлен проект будущего перспективного космического эксперимента КОНУС-УФ по наблюдению космических гаммавсплесков, вспышек мягких гамма-репитеров, солнечных вспышек и других космических транзитных источников в гамма-диапазоне от 10 кэВ до 10 МэВ. Обсуждаются особенности условий наблюдения на борту орбитального телескопа «Спектр-УФ», научная программа эксперимента, требования к научной аппаратуре.

23.05-01.294 **Контроллеры научных приборов для космических экспериментов ГРИС-ФКИ-1 и "ПИНГ-М".** *Гляненько А.С.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 73-89. Рус.

Рассматривается структура контроллеров для различных научных приборов, выбор элементной базы и возможность унификации технических решений при создании контроллеров научной аппаратуры для различных космических экспериментов, подготавливаемых в НИЯУ МИФИ.

23.05-01.295 **Организация хранения данных в системе управления, сбора и передачи информации проекта РЕЗОНАНС.** *Семенов А.В., Никифоров А.В., Тимонин Д.Г., Ануфрейчик К.В., Чулков И.В.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 90-95. Рус.

Рассматривается вариант организации хранения данных, применяемый в системе управления, сбора и передачи информации (СУСПИ) проекта РЕЗОНАНС. Рассматриваются типы информации, ее распределение на дисках, возможные варианты скоростей записи-чтения. Приводятся варианты по увеличению скоростей записи-чтения в несколько раз при минимальных доработках программно-аппаратной части.

23.05-01.296 **Структура данных и выработка триггеров в аппаратуре для исследования гамма-всплесков.** *Богомолов В.В., Свертилов С.И., Смут-III Д.Ф., Амелюшкин А.М., Веденькин Н.Н., Рудницкий А.Г., Шилова Е.А.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 96-117. Рус.

В гамма-спектрометрах для исследования всплесков гамма-излучения, разрабатываемых в НИИЯФ МГУ, используются фосфиддетекторы на основе комбинации кристаллов $\text{NaI}(\text{Tl})$ и $\text{CsI}(\text{Tl})$ различной толщины. Электронные схемы спектрометра реализуют раздельное интегрирование начальной и конечной части импульса фотоэлектронного множителя и последующую оцифровку соответствующих сигналов для цифровой обработки. Сравнение этих сигналов позволяет обеспечить надёжное разделение событий в сцинтилляторах от 10 кэВ. Для определения энергии используется квадратичное суммирование. Информационный узел прибора формирует несколько типов выходных кадров: временные ряды, амплитудные спектры и подробную запись отклика детектора для определенного числа событий. Кроме того, информационный узел вырабатывает триггер всплеска путём сравнения измеренного числа событий определенного типа с ожидаемым в случае его превышения

на заданное число стандартных отклонений, вычисленных по предшествующему ряду. Границы энергетических интервалов, уровни значимости для всплеска и другие настраиваемые параметры могут быть скорректированы цифровыми командами в ходе космического эксперимента. Информативность прибора составляет ~34 МБ в сутки постоянно и ~2 МБ на каждый всплеск.

23.05-01.297 **Прототип устройства для натурального исследования радиационных эффектов в интегральных схемах в условиях космического пространства.** *Глазкин Д.Н., Титов К.И., Некрасов П.В., Калашиков О.А., Сорокоумов Г.С.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 118-127. Рус.

В современной космической аппаратуре широко применяются интегральные схемы (ИС) ПЛИС и памяти. Основные данные о стойкости ИС получают в ходе предварительных наземных испытаний с использованием имитирующих и моделирующих установок, но только натуральный эксперимент позволяет подтвердить истинность полученных результатов. Для данной работы выбраны типовые, широко применяемые ИС: EP2S30, EPF10K50, EPM570, LCMXO1200, K7A163600A. С применением специализированных схемотехнических и программных средств был разработан прототип, позволяющий контролировать работу исследуемых ИС в условиях воздействия радиационных факторов космического пространства.

23.05-01.298 **Разработка стенда для испытаний электронных компонентов космических приборов в поле тяжелых заряженных частиц.** *Анохин М.В., Галкин В.И., Дитлов В.А., Добряня М.Б., Дубов А.Е., Королев А.Г.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 128-138. Рус.

Представлены предварительные результаты решения задачи создания стенда для испытаний электронных компонентов космических приборов (ЭК) в поле тяжелых заряженных частиц и проведения теоретических и экспериментальных исследований в данном направлении в рамках концепции применения параметра плотности поглощенной энергии для описания локальных радиационных повреждений. Предложен новый подход к разработке методики испытаний, снижающей частоту некорректных заключений по стойкости ЭК. Рассмотрены вопросы, связанные с созданием испытательных стендов с улучшенными показателями по соотношению цена/качество.

23.05-01.299 **Изделия Научно-исследовательского института системных исследований РАН для аэрокосмических приложений.** *Осипенко П.Н.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 139-148. Рус.

Дается краткое описание основных изделий разработки НИИ-ИСИ РАН, имеющих повышенную стойкость к ионизирующему излучению космического пространства. Приводятся данные на микросхемы 32-разрядных микропроцессоров, включая систему на кристалле 5890VE1T и микросхему контроллера интерфейса МКО 5890VG1T. Приводятся описания изделий, находящихся в стадии разработки в настоящее время, в том числе многокристального модуля Baget83—микро, реализующего функции управляющей ЭВМ и перспективной системы на кристалле с контроллером интерфейса SpaceWire.

23.05-01.300 **Особенности применения прямоугольных D-SUB соединителей при создании масштабируемой системы управления, сбора и передачи информации.** *Коновалов А.А., Ануфрейчик К.В., Лупян М.Е., Маркичев М.И., Тимонин Д.Г., Чулков И.В., Шибалкин А.А.* *Механика, управление и информатика.* 2013, № 2, с. 149-154. Рус.

Рассматривается построение системы управления, сбора и передачи информации (СУСПИ) с использованием внешних блочных прямоугольных соединителей типа D-Subminiature (D-SUB). Сформулированы недостатки применения отечественных миниатюрных соединителей типа РС и МР1, усложняющие процесс сборки и отладки приборов. На примере рамочной конструкции прибора СУСПИ показано применение соединителей D-SUB, определены преимущества использования соединителей с монтажом на печатную плату.

23.05-01.301 Некоторые аспекты применения наноспутников, построенных на базе универсальной платформы "Синергия" блочно-модульного исполнения. *Бокучава П.Н., Гусев А.П., Колосов Д.Е., Лутцева М.Н., Малыгин Д.В., Малый М.А., Сороколетов Е.П., Чеусов С.С., Варенов А.А., Ветринский Ю.А., Сивачева К.Г., Тенищева Т.А. Механика, управление и информатика. 2013, № 2, с. 155-161. Рус.*

Рассмотрена концепция формирования сверхмалых космических аппаратов (СМКА) — наноспутников — различного назначения, способных адаптироваться под любую полезную нагрузку на базе универсальной платформы «Синергия» блочно-модульного исполнения. Эта конструкция может рассматриваться как коренная модернизация наноспутника, позволяющая существенно снизить габариты и повысить эффективность использования СМКА типа CubeSat.

23.05-01.302 Инновационный подход к проблеме вывода на орбиту функционирования малых и сверхмалых космических аппаратов попутным грузом. *Костенко В.И., Майорова В.И., Игнатъев Н.Н., Понарядов В.В. Механика, управление и информатика. 2013, № 2, с. 162-171. Рус.*

Рассматривается разработка инновационных технологий и организационнотехнологических предложений по упрощению работ при проведении запусков в космос малых и сверхмалых полезных нагрузок существующими отечественными ракетами-носителями с использованием автономной адаптивной системы (ААС), позволяющей снизить затраты и время на подготовку к запуску для проведения космического эксперимента. Особенностью автономной адаптивной системы является ее независимость от систем управления и выдачи команд от космического аппарата (КА), а также способ крепления адаптера к КА с помощью клеевых соединений.

23.05-01.303 Основы космической баллистики и навигации. Курс лекций. *Бахшиян Б.Ц., Федяев К.С. Механика, управление и информатика. 2013, № 3, с. 1-119. Рус.*

Данный курс лекций представляет собой введение в космическую баллистику — теорию полета искусственных небесных тел. Приведены законы невозмущенного движения спутников, излагаются методы оценивания и коррекции их параметров. Приводятся примеры решения некоторых типовых задач. Для студентов, аспирантов и преподавателей факультетов прикладной математики технических вузов, может быть полезно специалистам по небесной механике и астродинамике.

23.05-01.304 Космический мусор — угроза человечеству. Второе издание, исправленное и дополненное. *Вениаминов С.С., Червонов А.М. Механика, управление и информатика. 2013, № 5, с. 1-208. Рус.*

Актуальность проблемы космического мусора обусловлена усиливающимся засорением околоземного космоса, снижением под его воздействием качества функционирования космических аппаратов и выходом их из строя, столкновениями и взрывами космических объектов. Дан обзор проблемы. Описаны средства, используемые для наблюдения космического мусора, оценены их возможности. Освещено общее состояние засоренности околоземного космического пространства и его отдельных областей, проанализированы различные факторы и события, вызвавшие его засорение. Дается оценка продолжающегося мусорообразования, показаны его основные источники и механизмы, рассмотрены наиболее важные закономерности. На основе результатов выполненных исследований и тенденций засорения дается прогноз развития этого процесса и его негативных последствий. Рассмотрены возможные пути снижения темпов засорения космоса. Дана оценка перспектив борьбы с этим опасным явлением.

23.05-01.305 Критерий устойчивости коллинеарных точек либрации в пространстве бинарной системы, стабилизированной во внешнем однородном ортогональном магнитном поле. *Воронин П.В. Механика, управление и информатика. 2014, № 1, с. 5-8. Рус.*

В пространстве бинарной системы, стабилизированной во внешнем однородном ортогональном магнитном поле, могут су-

ществовать коллинеарные точки либрации (КТЛ), соответствующие малым частицам, причём движение последних в окрестностях соответствующих им КТЛ может быть как устойчивым, так и неустойчивым. Проведённые исследования позволили получить критерий устойчивости КТЛ малой частицы в координатах «циклотронная частота малой частицы—квадрат частоты гармонических колебаний малой частицы относительно оси Z синодической системы координат» (ПЧ-КЧГК-Z).

23.05-01.306 Природа вариаций гамма-излучения в приземном слое атмосферы. *Германенко А.В., Балабин Ю.В., Вашенюк Э.В., Гвоздецкий Б.В. Механика, управление и информатика. 2014, № 1, с. 9-16. Рус.*

Влияние гроз на поток мюонов — хорошо известный факт, наблюдающийся на многих станциях. Нами впервые были обнаружены факты возрастания интенсивности гамма-излучения во время осадков в течение всего года (зимнего и летнего сезонов) в арктическом регионе. В данной работе представлены результаты экспериментов на системе для обнаружения гамма-излучения в апатитах. Серия экспериментов показывает, что это дополнительное излучение имеет тормозную природу и создаётся энергичными электронами, возникающими от распада мюонов в атмосфере. Во время осадков мюоны получают дополнительную энергию, проходя через электрические поля в облаках. Через распад мюонов дополнительная энергия частично передаётся электронам и путём тормозного излучения преобразуется в электромагнитную форму. На основании измерений дополнительного потока излучения были произведены расчёты энергетического баланса. Принимая во внимание плотность потока мюонов на уровне моря и среднюю толщину дождевого облака, этот дополнительный поток энергии может быть обеспечен напряжённостью поля в облаке порядка 3,6 кВ/м.

23.05-01.307 Нелинейная динамика электронов в поле ленгмюровской волны в неоднородной плазме. *Евдокимова М.А., Шкляр Д.Р. Механика, управление и информатика. 2014, № 1, с. 17-26. Рус.*

Теория нелинейного взаимодействия волн и частиц в неоднородной плазме, в которой функция распределения резонансных частиц ищется в заданном поле волны, а обратное влияние частиц на волну находится из закона сохранения энергии, содержит два параметра: эффективную амплитуду волны и параметр неоднородности среды. В случае, когда оба этих параметра считаются постоянными, решение удаётся получить аналитически. В настоящей работе исследовано резонансное взаимодействие ленгмюровской волны с энергичными электронами с учётом переменной амплитуды волны и параметра неоднородности в первом приближении. При этом в задаче возникает два новых параметра, которые, естественно считать постоянными в течение времени резонансного взаимодействия частицы с волной, и вновь можно использовать упомянутый выше подход и искать функцию распределения в «заданном» поле. С использованием этого подхода исследовано влияние переменной амплитуды и параметра неоднородности на инкремент волны.

23.05-01.308 Преобразование органического вещества углистых хондритов Мёрчисон (СМ₂) и Каинсаз (СО₃) в высокоскоростных ударных процессах. *Зайцев М.А., Герасимов М.В. Механика, управление и информатика. 2014, № 1, с. 27-34. Рус.*

В модельных экспериментах с импульсным лазером на примере испарения углистых хондритов Мёрчисон и Каинсаз в атмосфере гелия показано, что в результате высокоскоростных ударных процессов происходит химическая модификация органического вещества метеоритов с образованием новых соединений. В процесс синтеза вовлекаются как органическое вещество, так и минеральные компоненты сталкивающихся тел.

23.05-01.309 Моделирование дефектов поверхности Европы, вызванных внутривнутренними тепловыми процессами. *Зажарьев И.Ю., Ерохина О.С. Механика, управление и информатика. 2014, № 1, с. 35-42. Рус.*

Работа посвящена моделированию дефектов поверхности спутника Юпитера, связанных с наличием так называемых «линз» в толще ледяного покрова планеты. Причиной образования линз предполагается стабилизовавшийся процесс рас-

пространения тепла от внутрипланетного источника произвольной природы. Математическая модель представляет собой краевую задачу для классического уравнения теплопроводности. В качестве инструмента моделирования использовалась система MSC Patran/Nastran. Представлены результаты расчётов для различных значений радиуса кривизны «линзы» и глубины расположения источника тепла.

23.05-01.310 Разработка системы ориентации и стабилизации микроспутников. *Ивлев Н.А., Карпенко С.О., Сивков А.С., Иванов Д.С., Ткачёв С.С., Ролдугин Д.С.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 43-60. Рус.

Рассматривается задача создания системы ориентации и стабилизации для спутников массой от 10 до 100 кг. Описаны основные принципы проектирования, испытаний системы ориентации и стабилизации. Даны габаритные чертежи и основные характеристики всех разработанных приборов системы ориентации и стабилизации. Представлены режимы, обеспечиваемые системой ориентации и стабилизации, а также их точности. Также даны описания конструктивных элементов наземного стенда полунатурного моделирования для испытания разработанной системы ориентации.

23.05-01.311 Генерация дрейфово-компрессионных волн инверсным распределением частиц по энергии в магнитосферной плазме. *Костарев Д.В., Климушкин Д.Ю., Магер П.Н.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 61-68. Рус.

Представлена продольная структура дрейфово-компрессионных мод и соответствующая неустойчивость плазмы в рамках гирокинетики в аксиально-симметричной модели магнитосферы с изотропной плазмой. Предполагалось, что плазма состоит в основном из холодных частиц с примесью горячих протонов, которые описываются инверсным распределением. Компрессионный резонанс в такой плазме возникает, когда частота волны равна собственной частоте дрейфово-компрессионной моды. При таком резонансе волна узко локализована вдоль магнитного поля в окрестности экватора. Неустойчивость возникает, когда скорость диамагнитного дрейфа, обусловленная радиальным градиентом температуры, меньше, чем скорость магнитного дрейфа или противоположна по направлению. Кроме того, чем уже инверсное распределение, тем больше инкремент неустойчивости, и для возникновения неустойчивости необходима меньшая величина β (отношение плазменного давления к магнитному).

23.05-01.312 Особенности взаимодействия релятивистских частиц со свистовыми волнами в магнитосфере Земли. *Кузичев И.В., Шкляр Д.Р.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 69-88. Рус.

Рассматривается проблема взаимодействия релятивистских частиц с монохроматическими свистовыми волнами в магнитосфере Земли. Волновое поле излучения источника, в качестве которого можно рассматривать, например, наземные передатчики в диапазоне очень низких частот (ОНЧ), моделируется в рамках геометрооптического подхода. Полученные распределения параметров волны позволяют рассчитать эффективную амплитуду взаимодействия и параметр неоднородности. Основное внимание уделено анализу поведения резонансных импульсов для случая релятивистских частиц, когда возникает ряд особенностей, в частности, известный эффект релятивистского ускорения с отражением.

23.05-01.313 Численное моделирование магнитогиродинамической турбулентности в протопланетном диске. *Кукса М.М., Маров М.Я.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 89-96. Рус.

Построена математическая модель динамики вязкой несжимаемой плазмы в гравитационном и магнитном поле и разработан численный код для моделирования эволюции осесимметричного протопланетного диска конечной толщины. В результате всестороннего исследования различных типов граничных условий были определены наиболее «свободные» граничные условия, позволяющие реализовать характерную эволюцию протопланетного диска в магнитном поле. Впервые выполнено численное моделирование с коэффициентом турбулентной

вязкости, учитывающим влияние магнитного поля и обратного эффекта переноса тепла на развитие турбулентности в протопланетном диске. Это позволило проследить эволюцию вертикальной структуры диска, согласованную с конфигурацией внешнего и собственного магнитного поля в диске.

23.05-01.314 Разрывные магнитогиродинамические течения: непрерывные переходы и нагрев плазмы. *Леденцов Л.С., Сомов В.В.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 97-107. Рус.

Законы сохранения на поверхности разрыва в идеальной магнитной гидродинамике (МГД) допускают возможность смены типа разрыва при постепенном (непрерывном) изменении условий течения плазмы. При этом должны существовать так называемые переходные решения, удовлетворяющие одновременно двум типам разрывов. В результате анализа полной системы граничных условий для уравнений МГД найден удобный, наглядный параметр классификации разрывных течений - величина потока массы m . На основе этого критерия составлена обобщённая схема непрерывных переходов в МГД, а также изучена зависимость величины нагрева плазмы от типа МГД-течения.

23.05-01.315 Распространение электромагнитных волн через неоднородную магнитоактивную плазму с субволновыми структурами. *Меркулов Е.С., Ерохин Н.С.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 108-112. Рус.

Приведён анализ распространения электромагнитных волн через неоднородную магнитоактивную плазму с субволновыми структурами. На основе уравнения Гельмгольца построены точно решаемые одномерные модели. Использование точно решаемой модели продиктовано наличием неоднородностей большой амплитуды, поэтому использование приближенных методов анализа некорректно.

23.05-01.316 Потоки спиральности магнитного поля и галактическое динамо. *Михайлов Е.А.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 113-117. Рус.

Теория динамо довольно давно применяется для описания роста магнитных полей в галактиках и неоднократно была подтверждена наблюдательными данными, однако для уточнения её предсказаний представляется важным учесть закон сохранения спиральности магнитного поля. Действительно, при условии вмороженности магнитного поля в среду (которое с большой точностью выполняется для межзвёздного газа), скалярное произведение магнитного поля на его вектор-потенциал, проинтегрированное по объёму, сохраняется неизменным. Для расчёта используется по- z -модель, разработанная Д. Моссом с коллегами. Она предполагает, что галактический диск довольно тонкий, и производные вдоль оси, перпендикулярной к его плоскости, могут быть заменены конечными выражениями. Уравнения данной модели дополняются уравнениями, описывающими потоки спиральности в галактике. Проводится сравнение полученных результатов как с «классической» по- z -моделью, так и с оценками, полученными А. Шукуровым с коллегами в модели с учётом спиральности для усреднённого по всей галактике магнитного поля. Показано, что если учитывать потоки спиральности, то возможны не только монотонный рост магнитного поля галактики, но и его осцилляции. В ряде ситуаций возможно затухание магнитного поля после достижения им значения, определяемого равномерным распределением энергии. По сравнению с оценками для усреднённого магнитного поля видно, что решения более сглажены, а масштаб осциллирующего магнитного поля несколько меньше. Это можно объяснить тем, что данная модель позволяет более точно учесть диссипативные процессы, которые и сглаживают решения.

23.05-01.317 Структура фазовой плоскости при серфинге умеренно релятивистских электронов на электромагнитной волне в плазме. *Мкртчян Г.С., Ерохин Н.С.* *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 1, с. 118-122. Рус.

Выполнен анализ структуры фазовой плоскости для захватываемых в режим серфинга умеренно релятивистских заряженных частиц при их ускорении электромагнитной волной. В наиболее простой модели серфотронного ускорения зарядов

задача сводится к исследованию решения нелинейного нестационарного дифференциального уравнения второго порядка диссипативного типа для фазы волны на траектории заряженной частицы. Согласно численным расчётам в области оптимальных для реализации серфинга начальных фаз и при выполнении условия черенковского резонанса происходит захват заряда в эффективную потенциальную яму с последующим ускорением для амплитуд волны выше некоторого порогового значения. Темп ускорения заряда не зависит от амплитуды волны и определяется величиной безразмерной фазовой скорости волны. Амплитуда волны определяет положение равновесия по фазе, т.е. дно эффективной потенциальной ямы. При достаточно сильном ускорении период этих колебаний возрастает значительно, а амплитуда колебаний уменьшается. Такое поведение соответствует наличию на фазовой плоскости особой точки типа устойчивого фокуса.

23.05-01.318 Положение и динамика переднего края токового слоя хвоста магнитосферы на основе данных THEMIS. Назарков И.С., Коллегаев В.В. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 123-132. Рус.

Миссия THEMIS предоставила уникальную возможность для исследования структуры и динамики токов хвоста магнитосферы Земли. Благодаря пространственному положению спутников, которые каждые четыре дня выстраивались в одну линию, можно было наблюдать изменения магнитного поля вдоль всего профиля хвоста с течением времени. С использованием модели собственного магнитного поля Земли (IGRF-10) и магнитосферного магнитного поля (A2000) из измеренного на бортах спутников магнитного поля выделялось поле токов геомагнитного хвоста. Были построены радиальные профили магнитного поля вдоль хвоста магнитосферы при различных условиях в солнечном ветре. В результате: передний край токового слоя (ТС) при спокойных условиях в солнечном ветре 4 апреля 2009 г. находился на расстоянии около $12 R_E$, а магнитное поле в его окрестности составляло $|B|=20$ нт, в то время как в удалённом хвосте - около 10 нт, во время геомагнитного возмущения 14 февраля 2009 г. (минимум Dst 35 нт) передний край токов хвоста магнитосферы приблизился к Земле до $8 R_E$, и значительно усилилось магнитное поле вблизи него (V_x -компонента поля достигала 70 нт, V_z -компонента — 50 нт), что говорит о значительных протекающих токах в области переднего края. Вследствие увеличения характерных размеров магнитосферной токовой системы хвоста в этот период затянувшегося минимума солнечной активности наблюдался слабый эффект от этих токов на поверхности Земли.

23.05-01.319 Надёжные термоэлектрические генераторы для космических аппаратов. Новиков С.В., Парпаров Е.З., Фёдоров М.И. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 133-140. Рус.

Эксплуатация в космических условиях накладывает особые требования на термоэлектрические источники питания. В первую очередь это касается надёжности и долговечности. В настоящее время сплавы на основе Рb-Те являются самым эффективным термоэлектрическим среднетемпературным материалом n-типа, а на основе Ge-Te — p-типа. В работе рассмотрены термоэлементы с использованием оптимальной технологии для каждой ветви, позволяющей получить максимально возможную для данных материалов эффективность в диапазоне $150-450^\circ\text{C}$ и достаточную надёжность. Термоэлементы обладают коэффициентом полезного действия (КПД) $5-6\%$, что является максимальным значением в этой области температур. Снижение температуры горячих спаев до 450°C позволяет повысить химическую и механическую стабильность не только самих сплавов Ge-Te, но и коммутационных материалов, что приводит к снижению процессов диффузии, а значит, повышает надёжность и срок службы термоэлектрического генератора. Кроме того, при таких температурах хорошо «работают» существующие антисублимационные покрытия. Дополнительное увеличение КПД можно обеспечить за счёт каскадирования термоэлементов с использованием низкотемпературных соединений на основе Bi-Te-Se-Sb, обладающих максимальной эффективностью и стабильностью в интервале $50-150^\circ\text{C}$. В этом случае КПД составит $9-10\%$. Максимально, на данный момент, можно добиться КПД 12% , но резко снижается надёжность та-

ких элементов.

23.05-01.320 Эффект неполного покрытия квазаров облаками молекулярного водорода. Офенгейм Д.Д., Балашев С.А., Иванчик А.В., Калминер А.Д. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 141-150. Рус.

Проведено имитационное моделирование движения криобота с использованием различных физических моделей, по результатам которого дана оценка скорости проникновения криобота под лёд.

23.05-01.321 Безотражательное распространение электромагнитных волн с мелкомасштабными структурами в киральной плазме. Поверенный М.В., Ерохин Н.С. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 151-156. Рус.

23.05-01.322 Моделирование движения криобота с учётом фазового перехода. Полякова Л.О., Ерохина О.С. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 157-163. Рус.

23.05-01.323 Звёздная магнитная активность и квазигазодинамическое приближение мелкой воды с магнитным полем. Попова Е.П., Истомина М.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 164-169. Рус.

Солнечная магнитная активность имеет довольно сложную структуру, которую можно описывать в разных приближениях. В данной работе рассматривается квазигазодинамическое приближение мелкой воды с магнитным полем для моделирования магнитной активности солнца. Основное отличие предложенного подхода от простейших теорий динамо состоит в том, что кроме уравнения генерации магнитного поля, присутствуют уравнения для эволюции поля скоростей. Поля скоростей дают возможность исследовать не только генерацию и эволюцию магнитного поля, но и оценить его влияние на движущиеся потоки вещества. Показано, как меняется магнитное поле и скорость потоков вещества при разных начальных и граничных условиях.

23.05-01.324 Двойной цикл солнечной активности и теория динамо. Попова Е.П., Югина Н.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 170-174. Рус.

Считается, что циклическая магнитная активность солнца имеет основной период, равный примерно 22 годам. Однако более тщательные исследования показали, что солнечный цикл является более сложным. В последние десятилетия появилось большое число работ, в которых показано, что квазипериодические импульсы магнитной активности появляются с периодами около $0,5-2,0$ лет на фоне 22-летнего солнечного цикла. В работе исследовано поведение динамоволн в рамках нелинейного динамо с учётом толщины конвективной зоны, коэффициента турбулентной диффузии и меридиональной циркуляции. Показано, что в модели существуют режимы, аналогичные двойному циклу, наблюдаемому на солнце. Были построены баффер-диаграммы для полоидальной и тороидальной компонент магнитного поля. найден диапазон амплитуд меридиональных потоков и динамо чисел с учётом толщины конвективной зоны солнца, воспроизводящий двойной цикл.

23.05-01.325 Фрактальный анализ кривых блеска микроквазара GX 339-4. Просветов А.В. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 175-178. Рус.

Приведены предварительные результаты фрактального анализа кривой блеска источника GX 339-4 в рентгеновском диапазоне ($2-60$ кэВ) по данным орбитальной обсерватории RXTE. Выявлена связь фрактальной размерности с частотой квазипериодических осцилляций, кроме того, выявлено отсутствие ярко выраженной зависимости между фрактальной размерностью и светимостью источника. По изменению фрактальной размерности возможно сделать вывод, что феномен квазипериодических осцилляций связан со скачкообразным увеличением локальной неустойчивости в аккреционном диске.

23.05-01.326 Расчёт потенциального магнитного поля в активных областях Солнца. Садыков В.М., Зимовец И.В. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 179-192. Рус.

Получена функция Грина уравнения Лапласа внешней ша-

ровой области для нахождения градиента потенциала с граничным условием - производной потенциала по заданному направлению. Разработан набор программ, использующих данное решение для расчёта силовых линий потенциального магнитного поля в активных областях солнца по известным граничным данным - компоненте поля по лучу зрения на уровне фотосферы. На модельных граничных данных (поле диполя) показана правильность построенного аналитического решения, выбран оптимальный шаг построения силовых линий для реальных условий и оптимальная мелкость угловой сетки. Разработанные программы применены к четырём активным областям солнца: NOAA AR 11097, 11236, 11283, 11585. В качестве граничных условий взяты фотосферные магнитограммы продольной по лучу зрения компоненты магнитного поля, полученные магнитографом HMI/SDO. Для отобранных областей восстановлены силовые линии потенциального магнитного поля в хромосфере и короне. Проведено сопоставление восстановленных силовых линий с магнитными петлями, наблюдаемыми прибором AIA/SDO в ультрафиолетовом диапазоне. Показано, что только в одной из рассмотренных областей (11097) магнитное поле адекватно описывается потенциальным приближением. Для описания магнитного поля в остальных областях потенциальное приближение либо частично (11236, 11283), либо полностью (11585) не применимо. Обсуждаются причины этого.

23.05-01.327 Компьютерные методы ранжирования космических экспериментов. Сивакова Т.В., Трахтенгерц Э.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 193-195. Рус.

Предлагается использовать компьютеризированную систему для повышения эффективности отбора космического эксперимента. Данная задача реализуется с помощью критерияльного подхода.

23.05-01.328 Структурное деление аномалии горячего потока по функциям распределения ионов. Шестаков А.Ю., Вайсберг О.Л. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1, с. 196-198. Рус.

Представлены результаты, полученные при анализе функций распределения ионов по продольным скоростям в аномалии горячего потока. Форма распределений позволяет сгруппировать их по ряду признаков. Группировки функций распределения соответствуют ранее выделенным структурным областям. Форма распределений в каждой области соответствует качественным представлениям о параметрах области.

23.05-01.329 Радиотепловое дистанционное зондирование Земли. Физические основы. Т. 1. Шарков Е.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3, с. 1-6. Рус.

Журнал выпущен в виде книги. Книга представляет собой первое в отечественной научной литературе детальное рассмотрение физических основ радиотеплового дистанционного зондирования Земли. Том 1 посвящён рассмотрению вопросов роли микроволновых методов и средств в общей системе микроволнового дистанционного зондирования, описанию случайных сигналов и полей, методологии построения высокочувствительных микроволновых приёмников шумовых сигналов, а также основных характеристик полей собственного излучения и антенных систем. Представлены фундаментальные основы тепловых флуктуаций электромагнитного поля, включая законы чёрнотельного излучения и радиоизлучения серых тел, а также основные релаксационные модели диэлектрических свойств и излучательные характеристики водных сред и земных покровов. Рассмотрены феноменологические основы теории переноса излучения (макромодель) для полидисперсных систем различных классов в атмосфере Земли и в приземном слое над морской поверхностью, а также основы квантово-механической модели теории переноса для селективных излучений газовых компонент земной атмосферы.

23.05-01.330 Предисловие [Радиотепловое дистанционное зондирование Земли. Физические основы. Т. 1]. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3, с. 7-14. Рус.

Включение в 1960—1970-е гг. методов и средств микроволновой диагностики в аэрокосмические наблюдения явилось несо-

менно знаменательной вехой в развитии всего дистанционного зондирования Земли. Изучение и понимание микроволновых образов системы земляная поверхность—атмосфера обеспечили принципиально иную (чем при использовании только оптического и инфракрасного диапазонов) физическую информативность микроволнового зондирования при изучении земных объектов. Именно это обстоятельство кардинально изменило как облик потенциальных спутниковых систем, предназначенных для зондирования Земли, так и характер, и информативную насыщенность всего дистанционного зондирования.

23.05-01.331 Глава 1. Научные и прикладные аспекты дистанционного зондирования. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3, с. 15-49. Рус.

В главе рассмотрены научные и прикладные аспекты дистанционного зондирования Земли, роль и место радиофизических методов, основные положения электромагнитной теории, физические особенности теплового излучения, возможности пассивных и активных методов микроволновой диагностики.

23.05-01.332 Глава 2. Случайные сигналы и поля. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3, с. 50-95. Рус.

Цель — предоставить читателю краткий обзор современных методов анализа случайных сигналов и полей применительно, в первую очередь, к изучению физических основ формирования собственного излучения, рассмотрению способов и методов приёма флуктуационного сигнала, а также к анализу и интерпретации данных дистанционного микроволнового зондирования. Глава носит в известном смысле справочный характер и не требует от читателя специальных знаний, за исключением знакомства с основными положениями классического спектрального анализа детерминированных сигналов. Однако приведённые в ней сведения будут крайне необходимы для дальнейшего усвоения материала.

23.05-01.333 Глава 3. Микроволновые радиометры: функции, схемы построения, характеристики. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3, с. 96-145. Рус.

В главе рассмотрены основные методы и схемы измерения естественного электромагнитного флуктуационного излучения. Далее с использованием метода эквивалентных схем вводятся важнейшие понятия яркостных и шумовых температур, которые широко используются в теории и практике пассивного микроволнового дистанционного наблюдения. Детально рассмотрены функции и характеристики элементов пассивного дистанционного устройства, а также обсуждены основные схемы построения микроволновых радиометров и методология измерения их основных частотных и энергетических характеристик — флуктуационный порог чувствительности, формы амплитудно-частотных характеристик, радиометрические и энергетические полосы пропускания приёмных систем. Рассмотрен также вопрос о предельной чувствительности микроволнового радиометра.

23.05-01.334 Глава 4. Тепловые флуктуации и их фундаментальные закономерности. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3, с. 146-163. Рус.

Предметом изучения является фундаментальный закон природы, связывающий квантовое флуктуационное излучение объекта любой физической природы с его диссипативными свойствами в макромасштабах и получивший наименование — флуктуационно-диссипационная теорема (ФДТ). Основное внимание уделяется физической стороне проблемы. Анализируются важные для дистанционных и аппаратурных применений квазистационарная аппроксимация ФДТ, получившая наименование формулы Найквиста, и геометрикооптическое приближение — закон Кирхгофа. Кроме того, рассматриваются методические вопросы применения результатов ФДТ в условиях реального дистанционного зондирования.

23.05-01.335 Глава 5. Поля излучения и антенные системы. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3, с. 164-226. Рус.

Рассмотрены основных характеристик поля излучения природных объектов и физических особенностей при приёме излучения микроволновыми антенными комплексами. С исполь-

зованием метода эквивалентных схем вводятся важнейшие понятия яркостной и антенной температур, которые широко используются в теории и практике пассивного микроволнового дистанционного зондирования и в радиоастрономии. Приводятся основные сведения о радиоастрономических приборах и антенных комплексах. На основе пространственно-спектральных представлений вводится уравнение антенного сглаживания и анализируются процедуры реконструкции (восстановления) радиотепловых изображений. На основе практики пассивного микроволнового дистанционного зондирования вводятся и анализируются основные методы измерения параметров и калибровок бортовых антенных систем.

23.05-01.336 Глава 6. Законы чёрнотельного излучения. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 3, с. 227-246. Рус.

Принципиальная в теории и практике теплового излучения модель абсолютно чёрного тела и фундаментальные законы излучения такой системы являются предметами рассмотрения главы. Рассматриваются природные и искусственные физические объекты, близкие по своим характеристикам к чёрным телам. Детально анализируются количественные законы чёрнотельного излучения и их следствия. Здесь же вводятся понятия излучательной и поглощательной способности физических тел нечёрнотельного характера. На этой основе анализируются закон Кирхгофа, различные его формы и следствия.

23.05-01.337 Глава 7. Радиоизлучение серых тел. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 3, с. 247-305. Рус.

Рассмотрены основные характеристики поля излучения одной из важнейших и широко используемых физических моделей природных объектов, а именно, серого полупространства с гладкой границей. Вводятся определения отражательных и поляризационных свойств таких сред. Анализируются физические особенности при приёме поляризованного излучения микроволновыми комплексами. С использованием импедансной формы граничных условий уравнений Максвелла формулируется физическая модель для расчёта плоскостных сред, которая широко используется в теории и практике пассивного микроволнового дистанционного зондирования. На основе метода плоскостных сред детально анализируется электродинамическая задача радиоизлучения неоднородных неизолированных сред. Рассматриваются результаты и ограничения квазиомонохроматического подхода к расчёту излучательных характеристик слоистых сред, и, в частности, свойства квазикогерентности шумового сигнала с ограниченным спектром применительно к задаче излучения двухслойной среды.

23.05-01.338 Глава 8. Диэлектрические и излучательные свойства земных покровов. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 3, с. 306-389. Рус.

Рассмотрены основных характеристик поля излучения (интенсивность и спектральные зависимости) физических веществ, имеющих наибольшее распространение на поверхности и в атмосфере Земли. Рассмотрены частотные свойства диэлектрических характеристик диэлектриков с точки зрения феноменологического подхода к изучению релаксационных механизмов (модель Дебая и модели с множественностью времён релаксации). Представлены основные положения теории и практики диэлектрической спектроскопии. Основное внимание в главе уделено изучению диэлектрических и излучательных свойств солёной (морской) и пресной воды и связи этих свойств с физико-химической структурой этих веществ посредством выявления частотной дисперсии электромагнитных свойств диэлектриков. Рассмотрены диэлектрические и излучательные свойства природных объектов, содержащих пресную воду и водные электролитные растворы в различных фазовых состояниях — пресноводный лёд, морской лёд, глетчерный лёд, влажная плодородная почва, солончаки. В главе приведён богатый набор экспериментальных наблюдательных данных по излучательным характеристикам и диэлектрическим свойствам веществ, распространённых как на Земле, так на планетах земной группы.

23.05-01.339 Глава 9. Основы теории переноса излучения. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 3,

с. 390-430. Рус.

Представлены феноменологическая основа, а также основные энергетические соображения, лежащие в основе теории переноса излучения. В главе дан анализ основных уравнений и фундаментальных положений, необходимых для изучения переноса излучения в поглощающих, излучающих и рассеивающих средах. Формальные и приближённые решения уравнения переноса излучения, приведённые в настоящей главе, широко используются в дальнейших главах при рассмотрении переноса излучения в дисперсных средах (гидрометеоры и аэрозоль в атмосфере). Основное внимание уделено анализу решений теории переноса, предназначенных для исследования процессов собственного излучения в микроволновом диапазоне.

23.05-01.340 Приложение А. Международная система единиц (СИ) [Радиотепловое дистанционное зондирование Земли. Физические основы. Т. 1]. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 3, с. 515-520. Рус.

23.05-01.341 Приложение Б. Основные теоремы и соотношения в фурье-спектральном анализе [Радиотепловое дистанционное зондирование Земли. Физические основы. Т. 1]. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 3, с. 521-522. Рус.

23.05-01.342 На пыльных тропинках далёких планет: о былом и несбывшемся. *Мороз В.И. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 4, с. 20-151. Рус.

Несколько лет назад были напечатаны мои воспоминания в журнале *Planetary and Space Sciences*. На Западе их читали, однако в России они не известны никому, кроме тех, кому я подарил отписки. Этот журнал, как и многие другие, не приходит в библиотеки наших институтов. Русский вариант, если он будет напечатан, станет доступным для более широкого круга. Он значительно переработан и дополнен по сравнению с публикацией в *PSS*. Писать на родном языке проще и приятней, чем на «рашен английском». Моя профессиональная биография — это почти 50 лет. Повороты личной судьбы следовали, по большому счёту, за поворотами в судьбе страны. Был соблазн назвать мои воспоминания по-другому — «Планеты и люди» аналогично книге Б. Е. Чертока («Ракеты и люди»), но это вряд ли было бы приличным.

23.05-01.343 Последняя командировка В.И. Мороза. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 4, с. 152-153. Рус.

В последние годы В.И. страдал от тяжёлой болезни крови — миеломы, но старался ей не поддаваться. Март 2004 года он провёл в Италии и Франции, куда приехал для анализа результатов эксперимента ПФС проекта МАРС-ЭКСПРЕСС. Показаны отдельные эпизоды этого визита.

23.05-01.344 Письма соболезнования [на кончину В.И. Мороза]. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 4, с. 154-157. Рус.

23.05-01.345 Послесловие к статье В.И. Мороза. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 4, с. 158-162. Рус.

В 2006 году в ИКИ состоялась Международная конференция по планетным исследованиям, посвящённая 75-летней годовщине со дня рождения В.И. Мороза. Приведены её программа (на английском языке) и снимки выступлений четырёх зарубежных коллег В.И., много работавших с ним в разные годы: Ж.-П. Бибринга, Д. Крукшенка, Ж. Бламона, М. Комба.

23.05-01.346 Вспоминая Василия. Комб М. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 4, с. 163-167. Рус.

Василий сыграл большую роль в моей научной жизни. Я узнал о нём в самый первый год (1963—1964) моей работы в Медоне (Парижская обсерватория), где я изучал потемнение диска Юпитера к краю в видимой области спектра и определял на основании этих наблюдений среднюю молекулярную массу его атмосферы (а затем и отношение H_2/He). Я встретился с Василием впервые на XIII сессии Генеральной Ассамблеи Международного астрономического союза в Праге (Чехословакия) в августе 1967 года. Он был одним из ярчайших планетологов мира, и я передал ему предварительный автореферат моей диссертации, написанный по-французски. На следующий же день,

хотя он и не владел французским, он дал мне очень глубокий отзыв, оказавшийся исключительно полезным для моей последующей работы. Потом он рассказал мне о своей книге «Физика планет», недавно опубликованной в России и переведённой на английский язык в 1968 году. Она стала основной книгой в нашей «группе планетных исследований», которую мы создали в Медоне.

23.05-01.347 **Посвящение Василию. Энкренац Т. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 168-172. Рус.

Я впервые услышала о Василии Морозе в 1969 году, когда была аспиранткой в годдардовском институте космических исследований в Нью-Йорке. Я увидела его книгу «Физика планет», опубликованную впервые в 1967 году и переведённую на английский язык в 1968 году. Эта книга сразу стала моей Библией и до сих пор хранится среди моих самых любимых книг. В ней есть всё, что должен знать планетолог, а точнее, планетный спектроскопист, и я до сих пор пользуюсь ею как справочником.

23.05-01.348 **ПФС: Первый десант в ОКБ ИКИ в городе Фрунзе. Засова Л.В. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 173-174. Рус.

Перестройка ускорялась, страна двигалась по направлению к краху. В это время Алексей Григорьев познакомил Василия Ивановича с Витторио Формизано, который работал в ИКИ с Сергеем Савиным. Витторио с энтузиазмом отнёсся к идее изготовить прибор в Италии.

23.05-01.349 **Планетный фурье-спектрометр ПФС и Василий Мороз. Формизано В. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 175-185. Рус.

Василий Мороз, благодаря большому опыту, играл решающую роль, когда пришло время подготовки программ для анализа научных данных эксперимента ПФС. Мы же в то время опыта не имели совсем. Однако эксперимент был нами подготовлен в срок, и в 1995 году прибор был поставлен для установки на борт КА.

23.05-01.350 **Из истории миссии ВЕНЕРА-ЭКСПРЕСС. Засова Л.В. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 186-187. Рус.

Мало кто знает, что миссия ВЕНЕРА-ЭКСПРЕСС своим рождением обязана Витторио Формизано. В 1998 году началась работа над изготовлением планетного фурье-спектрометра для миссии ЕКА МАРС-ЭКСПРЕСС. Параллельно Витторио решил работать также над алгоритмами обработки и интерпретации будущих данных ПФС. Для этого он пригласил российских учёных, сотрудников лаборатории Василия Ивановича Мороза, для совместной работы с итальянскими коллегами в качестве профессор-визитеров.

23.05-01.351 **Несколько воспоминаний о Василии Морозе. Тейлор Ф. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 188-189. Рус.

Мы знали друг друга с 1970 года, со времени КА Pioneer-Venus и «Венера». Тогда мы провели множество отличных дискуссий. Вопрос, по которому мы никак не могли найти согласие и который до сих пор ещё не разрешён до конца, касался количества и распределения водяного пара над облаками Венеры.

23.05-01.352 **Работы В.И. Мороза по изучению ледяного состава спутников внешних планет. Крушеник Д.П. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 190-196. Рус.

Василий Иванович включил меня в некоторые из его исследований по инфракрасным наблюдениям Марса, Юпитера и спутника Юпитера Ганимеда на Южной станции ГАИШ в Крыму при помощи телескопа Шайна. Мой вклад в эти работы был очень невелик, но я многому научился у Василия Ивановича по физике атмосфер других планет.

23.05-01.353 **Дружеские воспоминания о Василии Ивановиче Морозе. Бламон Ж. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 197-203. Рус.

До 1967 года В.И. был избавлен от разочарований, приносимых первыми миссиями к Марсу и Венере, потому что пред-

почитал продолжать исследования путём наземных измерений этих планет и получал замечательные результаты. Позднее он очень страдал из-за неудачных миссий к Марсу в 1969 и 1971 годах и особенно 1973 году. К счастью, программа ВЕНЕРА принесла ему непрерывный поток успехов, начиная от КА «Венера-7» в 1970 году до КА «Венера-15» в 1983 году. Крупных неудачи и очень ограниченные успехи были судьбой нашего поколения первопроходцев.

23.05-01.354 **О роли личности в истории. Митрофанов И.Г. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 204-216. Рус.

Поздно ночью 16 ноября 1996 года состоялся старт аппарата «Марс-96» на ракетоносителе «Протон», который мы все, участники этого проекта, наблюдали с балкона Центра управления полётами (ЦУП) в Королёве. На огромном экране было видно, как светящаяся точка, отображающая космический аппарат, начала медленно подниматься вдоль намеченной траектории околоземной орбиты, чтобы в скором времени перейти на траекторию полёта к Марсу. Внизу в зале за дисплеями сидели участники группы управления, каждый из которых внимательно следил за своей системой космического комплекса. Нас предупредили, что вход туда нам категорически запрещён. Точка двигалась, всё шло штатно, и голос комментатора торжественно объявлял прохождение команд. Помню, что последней объявленной командой было штатное раскрытие механизма выноса моего прибора ПГС, после чего космический аппарат покинул пределы радиовидимости наземных станций слежения. На балкон вынесли фужеры с шампанским, и в пресс-центре началась прессконференция. Академическое начальство сообщило, что Россия вышла на передовые позиции в исследованиях дальнего космоса, запустив к Марсу самый тяжёлый и наиболее совершенный космический аппарат. Василий Иванович Мороз также сидел за столом пресс-конференции, но не проронил ни слова. «Я спустился в ЦУП, и, проигнорировав запреты, вошёл в зал. Подойдя к Василию Ивановичу, я присел на корточки и спросил: Что происходит? — Они наблюдают блок Д на околоземной орбите, — ответил Мороз. — Разгонный блок Д должен был разогнать аппарат до второй космической скорости и перевести его на орбиту перелёта к Марсу, после чего отстыковаться и продолжить свой путь в межпланетное пространство. Раз блок Д остался на околоземной орбите, то и наш замечательный аппарат также никуда от Земли не улетел и скоро сгорит в атмосфере. — Это конец? — спросил я. — Да, это конец, — мрачно ответил Мороз.

23.05-01.355 **О сбывшемся и несбывшемся: отдел планет 2004—2014. Кораблёв О.И. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 217-254. Рус.

В воспоминаниях А.А. Гурштейна, обиженного на Р.З. Сагдеева, ИКИ, и отдел планет за изгнание вместе со всей геодезической тематикой (тяжёлые последствия этого мы ощущаем до сих пор), есть замечание, что Отдел планет В.И. Мороза следовало бы назвать отделом атмосфер планет, а точнее — отделом изучения водяного пара в атмосфере Марса. Что правда, то правда. Этим-то мы до сих пор и занимаемся...

23.05-01.356 **Проект ВЕНЕРА-Д. Засова Л.В. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 255-267. Рус.

К сожалению, проект ВЕГА поставил последнюю точку в истории наших исследований Венеры. Думаю, что расставание с этой планетой было ошибкой: мы потеряли «экологическую нишу», одну из немногих областей, где были впереди многие годы, и не только в исследованиях планет, а в фундаментальных космических исследованиях вообще. В.И. Мороз. Воспоминания.

23.05-01.357 **В.И. Мороз: последнее детище. Григорьев А.В. Механика, управление и информатика.** 2014. 6, № 4, с. 268-281. Рус.

В человеческом языке нет слов, которые могли бы выразить степень моей благодарности моему учителю — профессору Василию Ивановичу Морозу. В 1974 году, будучи студентом 3-го курса ГАИШ (астрономическое отделение физфака МГУ), я пришёл к нему и попросил быть научным руководителем моей курсовой работы. С тех пор в течение тридцати лет моя деятельность (сначала учёба, потом работа) была связана с этим замечательным человеком.

23.05-01.358 "Профессор с паяльником" глазами Физтеха. Родин А.В. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 282-285. Рус.

Ещё в студенческие годы я слышал, что в ГАИШ МГУ Василия Ивановича прозвали «профессором с паяльником». Это легендарное прозвище как нельзя лучше отражает его понимание миссии учёного. Во-первых, любая физика, в том числе физика планет, — наука в первую очередь экспериментальная. Не взяв в руки паяльник и не создав новый прибор, нельзя сделать настоящую науку. Во-вторых, задача учёного — не только удовлетворять своё любопытство за государственный счёт, но и нести эти знания другим.

23.05-01.359 Моя работа в отделе В.И. Мороза. Парфентьев Н.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 286-287. Рус.

Когда я вспоминаю Василия Ивановича, меня всегда удивляет, как он мог оставаться столь чистым, занимая «видный пост в видном институте». Ну не было в нём ни крупинки худшего из российских пороков — лабазничества, мелкого самодержавия и чванства! В обычной жизни меня восхищали бурный оптимизм В.И., его желание и умение радоваться жизни. О.

23.05-01.360 В.И. Мороз, воспоминания. Васюков С.В. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 288-294. Рус.

В мае 2004 года приказом директора Института Л.М. Зелёного Василию Ивановичу была объявлена благодарность за безупречное руководство в течение 30 лет отделом «Физики планет и малых тел Солнечной системы» и большие научные достижения. Но этого приказа Василий Иванович уже не увидел... Его не стало.

23.05-01.361 Не прекращайте стараний, маэстро. Ершова В.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 295-296. Рус.

В.И. Морозу поздравление с 70-летием.

23.05-01.362 Василий Иванович Мороз. Аванесов Г.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 297-298. Рус.

Мне довелось познакомиться с Василием Ивановичем в далёком 1969 году, когда я сам только что приступил к работе в ИКИ АН СССР. Предметом первой нашей беседы были условия наблюдения лунной поверхности телевизионными камерами «Лунохода», посадки которого мы все тогда с нетерпением ожидали. Не вдаваясь в содержательную часть этого разговора, замечу лишь, что был очарован глубиной познаний собеседника о Луне, других планетах и о многом другом. Всё это преподносилось с известной долей юмора, делающей беседу непринуждённой. Для меня, человека с сугубо техническим образованием, этот разговор был фактически первым погружением в мир астрономических проблем, который был родным для Василия Ивановича.

23.05-01.363 Памяти Василия Ивановича Мороза. Бреус Т.К. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 299-302. Рус.

В 1974 году В.И. Мороз перешёл работать в ИКИ РАН и был назначен научным руководителем исследований атмосферы и поверхности на аппаратах «Венера-9 и -10», содержащих посадочные модули, с помощью которых в 1976 году были получены первые панорамные изображения поверхности Венеры.

23.05-01.364 Список печатных работ В.И. Мороза. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 303-319. Рус.

23.05-01.365 Это было хорошее время. Степанян Н.Н. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 320-323. Рус.

После распределения по кафедрам Вася попал на кафедру астрофизики. Там нас было шесть человек: Карпинский, Кварацхели, Мороз, Мулярчик, Щеглов и Стефанович (это я — в будущем Степанян). Особенно сдружились последние четверо из этого списка. Мы много времени проводили вместе, и это было хорошее время. Помню, как Вася помогал мне паять детекторный радиоприёмник, и только потом я поняла, насколько

он был снисходителен к моему глубокому невежеству в радиотехнике.

23.05-01.366 Физтеховец на мехмате. Гребеников Е.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 324. Рус.

Вася Мороз появился в нашей астрономической группе А-21 в 1950 году, когда его и ещё нескольких студентов с «сомнительными» анкетами перевели на мехмат МГУ с физико-технического факультета МГУ. В это время он ничего не знал об астрономии, но, начав ею интересоваться, втянулся и вскоре стал гораздо компетентнее многих своих однокурсников, которых астрономии специально обучали. Васе вообще были свойственны методичность и добросовестность, он был очень глубоким человеком не только в науке, но и в мире человеческих отношений. Благодаря своему таланту, эрудиции и трудолюбию он стал крупным и ярким учёным.

23.05-01.367 При такой "морозной" фамилии Вася был очень тёплым человеком. Еремеева А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 325. Рус.

На третьем курсе астрономам лекции по теоретической физике стал читать Иосиф Самуилович Шкловский (Доктор, как любовно его называли окружающие), и Вася «пропал». Он влюбился в астрономию, и в Доктора. В Доктора нельзя было не влюбиться. Талант и темперамент кипели в нём и выплёскивались на слушателей. А ведь это были чисто учебные лекции с чёткими формулировками и точными определениями! В конце занятий состоялся экзамен. Нас переполняло чувство восторга перед нашим профессором.

23.05-01.368 Вася Мороз на экзаменах и после них. Мулярчик Т.М. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 326-330. Рус.

В один прекрасный день я заметила, что в нашей группе А-21 появился новый студент с копной рыжих кудрявых волос и в очках, и он ещё чаще меня опаздывал на лекции. Раньше рекордсменом по опозданиям была я, оправдываясь тем, что живу ближе всех к университету и не успеваю быстрой бегом наверстать опоздание. Но этот рыжий студент, который опаздывал чаще меня, жил ещё ближе к университету, так что его и мои опоздания были одной природы. В нашей астрономической группе появился ещё один студент, Юра Кварацхели, который, как и Вася, был переведён на мехмат с физико-технического факультета МГУ.

23.05-01.369 Наша группа была очень дружной, сплочённой. Медведева Г. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 331-332. Рус.

Вася Мороз, так же, как Гена Росляков и Юра Кварацхели, пришёл к нам с физтеха. Он был серьёзным, с головой погружённым в науку студентом, ездил на затмения, занимался в семинаре И.С. Шкловского, а потом И.С. взял его в свой отдел радиоастрономии.

23.05-01.370 Работа в Алма-Ате. Мулярчик Т.М. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 333-341. Рус.

В 1954 году студенты астрономического отделения мехмата окончили университет и получили распределения в самые разные места. Двое — В. Мороз и я — были распределены в Астрофизический институт АН Казахской ССР (мы туда попросились сами после нашей свадьбы), где директором был академик Василий Григорьевич Фесенков, имя которого институт стал носить впоследствии.

23.05-01.371 В.И. Мороз на заре космических исследований. Есипов В.Ф. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 342-349. Рус.

В.И. Мороз работал в отделе радиоастрономии ГАИШ с 1956 года. Он был среди нас, молодых сотрудников отдела, самым работоспособным. Он всё время что-то изобретал, делал, паял. Не видели мы его празднующимися. Он разрабатывал фотометры и спектрометры для наблюдений в ИК-области спектра, всё время где-то доставал инфракрасные приёмники излучения: у отечественных производителей и даже американские, которые ему привозили из США в кармане знакомые американские астрономы (что было строжайше запрещено в США). Он

всё время испытывал эти приёмники и ставил их в свою аппаратуру, работавшую на нашем большом телескопе Южной станции ГАИШ. Спектрометрические наблюдения были прерваны в 1957 году, когда был запущен Первый советский спутник — искусственный спутник Земли ИСЗ-1. В ночь с 4 на 5 октября 1957 года все сотрудники ГАИШ высыпали на крышу института, стремясь посмотреть на Спутник. Часть из них была вооружена небольшими зрительными трубками. Они работали по программе визуального слежения, предложенной Астросоветом, и старались проследить путь Спутника по небосводу и попытаться определить его орбиту. Запуск показал, что ракета-носитель (РН) ИСЗ имеет достаточно большую яркость, и её можно зарегистрировать на фотоплёнке. П.В. Щеглов на бытовой фотографической камере «Экзакта» с объективом светосилой 1:1,5 получил первый снимок искусственного космического объекта — ракеты-носителя Первого ИСЗ. Этот снимок был опубликован на обложке журнала «Советский Союз». Сразу стали ясны большие преимущества инструментальных измерений перед визуальными. Наш шеф, Иосиф Самуилович Шкловский, поставил перед своими молодыми сотрудниками задачу — немедленно разработать аппаратуру для таких измерений. Мы горячо его поддержали. Буквально за несколько дней в ГАИШ были созданы три установки для наблюдения ИСЗ. В.И. Мороз был самым крупным специалистом по ИК-спектроскопии. Несмотря на это, с ним произошёл курьёзный случай при защите кандидатской диссертации. При всех сверхположительных отзывах оппонентов Учёный Совет ГАИШ провалил диссертацию, голосование было отрицательным. Однако в то время окончательное решение принимал Учёный Совет физического факультета МГУ, на котором она была поддержана единогласно. Отрицательные голоса в ГАИШ были против его руководителя — И.С. Шкловского.

23.05-01.372 Как я познакомился с Василием Ивановичем Морозом. Либерман В.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 350-353. Рус.

Я и молодой человек отошли к окну в коридоре, где, как и положено, я рассказал, кто я, что я, зачем пришёл в ГАИШ. При этом «рыжий» продолжал свою ворожбу, казалось бы, совершенно не прислушиваясь к разговору. Наконец-то, при каком-то очередном дурацком вопросе типа: «Кто были мои прабабушка и прабабушка?», «рыжий» захихикал ехидно и сказал: «Ну, хватит, Андрюша, издеваться над человеком». И сразу стало тепло и спокойно, как будто я здесь нахожусь давным-давно, после чего действительный Василий Иванович поднялся, подошёл ко мне, протянул руку и сказал: «Василий Иванович Мороз — это я. Я всё слышал. Вы меня устраиваете. Идите в отдел кадров и заполните там анкету».[Андрюша — это Андрей Репин, сотрудник отдела радиоастрономии ГАИШ].

23.05-01.373 Что я помню о Василии Ивановиче Морозе. Казанцева Е.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 354-355. Рус.

С Василием Ивановичем Морозом я познакомилась 40 лет назад в доме моих лучших друзей — Татьяны Лозинской и Бориса Вайнмана. Тогда мы все были молодыми и очень любили собираться друг у друга на днях рождения. И вот на дне рождения Тани Лозинской я — молодой химик-полимерщик — оказалась среди удивительных и замечательных людей — учёных-астрономов. И.С. Шкловский, А.М. Лозинский, и, конечно, рыжеволосый Василий Иванович Мороз произвели на меня неизгладимое впечатление. И.

23.05-01.374 О Василии Ивановиче Морозе. Таранова О.Г. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 356-359. Рус.

С середины 1950-х годов В.И. Мороз начал создавать в СССР инфракрасную астрономию (в диапазоне 1—20 мкм). Первые несколько лет велись разработка и изготовление ИК-спектрофотометров, фотометров, приёмно-усилительной аппаратуры, методик наблюдений и их анализ. Вся эта грандиозная работа делалась руками В.И. и небольшой группы научных сотрудников, инженеров и механиков ГАИШ МГУ и Крымской станции ГАИШ. Фотоприёмники (несколько штук) отбирались в НИИПФ из тысяч экземпляров, где они изготавливались совсем для других целей. Через несколько лет в СССР появилась

инфракрасная астрономия — относительно новая область наблюдательной астрофизики, и её первые и последующие успехи связаны с Крымской станцией ГАИШ и 125-см телескопом (ЗТЭ).

23.05-01.375 В.И. Мороз на Южной станции ГАИШ. Пономарёва Г.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 360-361. Рус.

Это было замечательное время. Всё для нас было впереди. В моей памяти Вася сохранился как очень жизнерадостный, увлечённый исследованиями, коммуникабельный человек.

23.05-01.376 С В.И. Морозом мы дружили всю жизнь. Лозинская Т.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 362-365. Рус.

В мастерской ГАИШ сделали установку для моей аппаратуры (интерферометр Фабри—Перо с ЭОП), с которой я потом долго наблюдала на 125-см и 50-см рефлекторах Крымской станции ГАИШ. После первого же наблюдательного сезона, удивившись, что всё работает отлично, я попросила переслать мне аппаратуру с машиной обратно в Москву. «Зачем это?», — спросил присутствовавший при разговоре Вася (наши рабочие столы в отделе радиоастрономии ГАИШ стояли рядом). На мой ответ: «Покрашу и приведу в более приличный вид», Вася воскликнул: «Ни в коем случае! Сразу что-нибудь случится, аппаратура перестанет работать».

23.05-01.377 Мои встречи с В.И. Морозом. Бреган В. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 366-367. Рус.

23.05-01.378 Наши походы. Гладышев В.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4, с. 368-371. Рус.

Я работал в одном институте с В.И. Морозом, но в разных отделах и не пересекался с ним по науке. Однако у нас был общий друг — Юрий Ильич Гальперин. В.И. и Ю.И. были астрономы, ученики И.С. Шкловского. Нас объединяли и общие интересы — сотрудничество с французскими специалистами в области космических исследований. Для нас с Ю.И. лидером французских исследователей космоса был Франсис Камбу, для В.И. — Жак Бламон.

23.05-01.379 Математическое моделирование на суперкомпьютерах (вместо предисловия). Назиров Р.Р., Щур Л.Н. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 6, с. 5-9. Рус.

23.05-01.380 Оценка инвариантных числовых показателей аттракторов систем дифференциальных уравнений с запаздыванием. Алешин С.В. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 6, с. 10-17. Рус.

Среди инвариантных характеристик динамических систем большую роль играют ляпуновские показатели и ляпуновская размерность. Анализ спектра показателей Ляпунова широко применяется для исследования сложной динамики в системах обыкновенных дифференциальных уравнений и в моделях, сводящихся к отображениям. В конечномерном случае, по теореме Оселедца, линеаризованная на аттракторе система обыкновенных дифференциальных уравнений всегда является правильной по Ляпунову, и, тем самым, верхний предел может быть заменён обычным, что позволяет эффективно вычислять показатели Ляпунова. В статье рассматривается вопрос вычисления показателей Ляпунова для систем дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, для которого данная теорема, вообще говоря, не работает. Приводятся результаты тестирования разработанного алгоритма для уравнения Хатчинсона. Отмечено хорошее совпадение результатов численного моделирования с утверждениями аналитического плана. Иллюстрируется применение алгоритма к некоторым задачам. В частности, рассматривается система уравнений Ланга—Кобаяши на возможность получения режима гиперхаоса.

23.05-01.381 Эффективная проводимость двумерных замощений плоскости: сравнение аналитических и численных результатов. Бараш Л.Ю., Халатников И.М. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 6, с. 18-24. Рус.

Представлен численный метод для получения эффективной проводимости двумерных замощений плоскости многоугольни-

ками. Для периодических структур используется сеточный метод с релаксацией для решения уравнения Лапласа с соответствующими условиями шивки на границах между областями компонент с разными проводимостями и с соответствующими периодическими граничными условиями. Метод позволяет определить эффективную проводимость с высокой точностью как в области применимости теории возмущений, так и в случаях, когда проводимости компонент существенно различны. Полученные результаты хорошо согласуются с имеющимися аналитическими результатами.

23.05-01.382 Использование технологии MULTI-GPU для многомерного численного интегрирования методом Монте-Карло. *Бараи Л.Ю., Щур Л.Н. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 25-32. Рус.

Задача многомерного численного интегрирования методом Монте-Карло имеет многочисленные приложения. Применение современных методов вычислений с использованием гибридных вычислительных систем с графическими процессорами позволяет значительно увеличить производительность при выполнении задач интегрирования. Вычисление многомерного интеграла методом Монте-Карло с использованием одиночного графического процессора даёт повышение производительности в 40—100 раз по сравнению с использованием центрального процессора. Также продемонстрировано линейное увеличение производительности вычислений Монте-Карло при увеличении числа узлов гибридной вычислительной системы с графическими процессорами.

23.05-01.383 Организация эффективного сетевого доступа к ресурсам дата-центра в распределённой инфокоммуникационной инфраструктуре. *Биктимиров М.Р., Жиждченко А.Б., Овсянников А.П., Шер А.А., Климов П.А. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 33-40. Рус.

Проведён анализ информационного обмена информационно-вычислительных ресурсов, объединённых опорной телекоммуникационной сетью Российской академии наук в Московском регионе. На его основе определены требования для разработки телекоммуникационных решений для доступа к ресурсам дата-центра. Предложены архитектурные решения для организации телекоммуникационной компоненты датацентра с целью обеспечения надёжной работы и доступа к ресурсам дата-центра из российских научных сетей. Создан прототип телекоммуникационного узла доступа дата-центра.

23.05-01.384 Гибридный подход к моделированию средств обеспечения информационной безопасности GRID/CLOUD -систем. *Васенин В.А., Роганов В.А., Зензинов А.А. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 41-53. Рус.

Эффективное и безопасное использование распределённых информационных систем на базе технологий облачных и гибридных вычислений требует оценки и оптимизации средств обеспечения их безопасности. В этих целях представляется целесообразным проводить моделирование исследуемых систем и сценариев поведения при различных условиях их эксплуатации. В настоящее время широко распространена дискретно-событийная симуляция, которая не подходит для тестирования реальных программных средств. В этой связи авторы предлагают подход к проведению натурного, имитационного, виртуального и аналитического моделирования, а также их объединения в рамках гибридного режима моделирования. Такой подход позволяет исследовать поведение распределённых систем с разных сторон, учитывая особенности архитектуры, программного обеспечения (ПО), назначения систем и условий их эксплуатации. В статье также представлен прототип программной среды с поддержкой гибридного режима моделирования.

23.05-01.385 Инвариантные числовые характеристики аттрактора и диффузионный хаос в уравнении Гинзбурга—Ландау с гантелеобразной пространственной областью. *Глызин С.Д. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 54-66. Рус.

Рассматривается феномен многомерного диффузионного хаоса, одним из признаков которого является увеличение ляпуновской размерности аттрактора распределённых эволюцион-

ных динамических систем при уменьшении коэффициента диффузии. Для иллюстрации этого эффекта рассматривается краевая задача типа «реакция—диффузия» в области, состоящей из двух прямоугольных частей, связанных между собой перемычкой. Ширину перемычки примем бифуркационным параметром задачи, она меняется так, что мера области сохраняется. Изучены условия возникновения хаотических колебаний и построена зависимость инвариантных характеристик аттрактора задачи от ширины перемычки. Параметр диффузии при этом выбран так, что за счёт уменьшения ширины перемычки может появиться пространственно неоднородный хаотический аттрактор. Для полученного аттрактора вычисляются ляпуновские экспоненты и ляпуновская размерность. Показано, что величина размерности при уменьшении параметра растёт до некоторого предела, кроме того выяснилось, что увеличение размерности связано с усложнением распределения по пространственной переменной устойчивых режимов системы.

23.05-01.386 Реализация генератора вычислительных ядер OpenCL в библиотеке VexCL. *Демидов Д.Е. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 67-80. Рус.

Представлена методика, используемая в библиотеке с открытым исходным кодом VexCL для автоматической генерации вычислительных ядер OpenCL из выражений языка программирования C++. Данная методика позволяет значительно упростить написание программ, использующих графические ускорители для повышения эффективности научных расчётов. Показано преимущество такого подхода по сравнению с использованием библиотек с фиксированным программным интерфейсом.

23.05-01.387 Мезоскопические флуктуации населённости кубита в поле управляющего сигнала. *Денисенко М.В., Сатанин А.М. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 81-90. Рус.

Изучаются мезоскопические флуктуации населённости джозефсоновского кубита в переменном поле, которое представляет собой суперпозицию электромагнитных импульсов большой амплитуды. Показано, что относительная фаза импульсов ответственна за темп переходов Ландау—Зинера и, соответственно, за частоту переходов между адиабатическими состояниями. Поскольку в коаксиальных линиях на кубит поступают случайные последовательности импульсов, длительность которых контролируется с точностью до периода поля, то это приводит к сильным мезоскопическим флуктуациям населённости кубита. При этом влияние относительной фазы импульсов на населённость подобно магнитному полю в мезоскопике, что ведёт к разрушению интерференционно картины населённости. Изучено влияние длительности импульса и шума на обнаруженные флуктуационные эффекты.

23.05-01.388 Прямое численное моделирование турбулентного устойчиво стратифицированного воздушного потока над взволнованной водной поверхностью. *Дружинин О.А., Троицкая Ю.И., Зилитинкевич С.С. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 91-103. Рус.

Параметризация потоков импульса и тепла в турбулентном, устойчиво стратифицированном пограничном слое над взволнованной водной поверхностью необходима для крупномасштабных численных климатических моделей и прогноза погоды. При этом связь между крупномасштабными полями скорости и температуры и турбулентными потоками на границе раздела океан—атмосфера даётся относительно простыми функциями, включающими так называемые «балковские» коэффициенты. Значения этих коэффициентов в различных моделях климата меняются в довольно широких пределах, и их конкретизация является довольно сложной задачей натурного и численного эксперимента. Мы используем прямое численное моделирование как инструмент для детального исследования пограничного слоя на границе раздела океан—атмосфера, чтобы далее уточнять и верифицировать параметризацию, используемую в крупномасштабных климатических моделях. Особое внимание уделяется эффектам, обусловленным устойчивой стратификацией воздушного потока.

23.05-01.389 Проблемы построения систем защиты от спама в интернете. *Карбачинский И. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 104-109. Рус.

Трафик в поисковых системах играет одну из важнейших ролей в онлайн экономике. Поэтому неудивительно, что за последние годы количество спама в Интернете неуклонно растёт. Ежедневно в сети появляются тысячи новых сайтов, содержащих некачественный контент. В статье детально рассматривается устройство защиты от спама в современных информационно-поисковых системах по интернет-пространству (веб). Рассматриваются проблемы построения спам-классификатора, проблемы переобучения и отбора признаков. Рассматриваются способы применения методов уменьшения размерности пространства для улучшения качества классификатора, а также различные способы визуализации многомерных данных. Особое внимание уделено отбору информативных признаков и оптимизации скорости работы классификатора.

23.05-01.390 Многомерное обобщение модели Diffusion Limited Aggregation (DLA). *Меньшутин А.Ю., Щур Л.Н. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 110-120. Рус.

Описывается численный алгоритм для построения многомерных структур роста в рамках модели агрегации, ограниченной диффузией Diffusion Limited Aggregation (DLA). Обсуждаются способы ускорения процесса численного моделирования, методы организации работы с памятью, методы и особенности симуляции случайного блуждания в пространстве размерностью больше 2, а также другие элементы численного алгоритма. Для описания численного эксперимента используется предметно-ориентированный язык.

23.05-01.391 Моделирование магниторотационных процессов в коллапсирующих сверхновых и развитие магнитодифференциально-вращательной неустойчивости. *Моисеенко С.Г., Бисноватый-Коган Г.С., Арделян Н.В. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 121-135. Рус.

Сверхновые с коллапсирующим ядром сопровождаются формированием нейтронной звезды или чёрной дыры. Гравитационная энергия трансформируется в энергию взрыва, что наблюдается во взрывах сверхновых второго типа и типов Ib,c (SN II, SNIb, SNIc). Представлены результаты двумерного магнитогидродинамического (МГД) моделирования магниторотационного взрыва коллапсирующей сверхновой, где источником энергии является энергия вращения, а магнитное поле играет роль «передаточного ремня», трансформирующего вращательную энергию в энергию взрыва. Тороидальная часть магнитной энергии на начальном этапе эволюции растёт линейно со временем из-за дифференциального вращения. Когда тороидальная компонента магнитного поля существенно превышает полоидальную компоненту магнитного поля, возникает магнито-дифференциально-вращательная неустойчивость (МДРН), приводящая к быстрому росту магнитной энергии. На конечной стадии развития процесса формируется быстрая МГД ударная волна, приводящая к взрыву сверхновой. В случае, когда начальное магнитное поле является полем дипольного типа, возникает слабо коллимированный струйный выброс (джет). При очень больших значениях магнитного поля развитие МДРН не обнаружено.

23.05-01.392 Сведение задачи оптимизации потоков в интеллектуальной инженерной сети к задаче, решаемой симплекс-методом. *Ноздрин Д.А. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 136-145. Рус.

Проведено рассмотрение балансных уравнений в интеллектуальных инженерных сетях, в частности, в электросетях, и задача оптимизации потоков в условиях сетевой архитектуры и деления общей сети на зоны. Важной задачей, встающей перед многими комплексами, оказывается задача просчёта оптимального распространения потоков, такого, чтобы выбранная целевая функция стремилась к максимуму (минимуму). Данная задача актуальна для большинства интеллектуальных инженерных сетей с различными накладываемыми условиями. Если ввести ограничения по пропускной способности и/или ограничения на управляющие воздействия, то эта задача становится

задачей управления потоками, которая включает в себя разные типы потоковых задач. Такими задачами могут быть задачи определения существования потока, транспортные задачи, задачи построения топологии и пр. Варьируя условия и ограничения задачи, можно адаптировать алгоритмы под сети газо-, водоснабжения, электросети, транспортные сети, сети сотовой связи. В данной статье задача рассматривается в контексте электросетей.

23.05-01.393 Архитектурно-зависимая декомпозиция в методиках суперкомпьютерного моделирования. *Старостин Н.В., Панкратова М.А. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 146-153. Рус.

Численное моделирование физических процессов в параллельной среде предполагает распределение аппроксимационной сетки по процессорам. Результат распределения во многом определяет количество межпроцессорных коммуникаций, коллизий во время пересылки информации, а, следовательно, и время выполнения параллельной программы. В работе приводится постановка задачи архитектурно-зависимой декомпозиции, предлагаются пути решения задачи.

23.05-01.394 К задаче разработки методики построения распределённой инфокоммуникационной системы для научной и научно-учебной деятельности. *Шижота С.К. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 154-159. Рус.

Ставится задача по разработке методики построения распределённой инфокоммуникационной системы для обеспечения научной и научно-учебной деятельности творческого коллектива. Проводится анализ существующих инфокоммуникационных систем порталов и платформ с целью выявления общих компонентов, которые используются для управления данными, метаданными, вычислительными ресурсами, правами доступа, добавлением заданий и мониторингом, а также для обработки результатов моделирования.

23.05-01.395 Алгоритм Ванга—Ландау: случайное блуждание по спектру энергии. *Щур Л.Н. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 6, с. 160-166. Рус.

Проведён анализ точности вычисления плотности состояний методом Ванга—Ландау. На примере вычисления плотности состояний двумерной модели Изинга показано, что стандартный метод ведёт к конечной точности вычислений. Проанализирована матрица переходов по спектру энергий и показано, что она является стохастической. Это наблюдение даёт возможность замены эвристического требования равномерности гистограммы на физическое требование регулирования точности заполнения столбцов матрицы переходов. Ставится вопрос о модификации стандартного метода Ванга—Ландау. Проанализированы пути эффективной параллелизации метода для возможности его реализации на массивно-параллельных суперкомпьютерных системах.

23.05-01.396 11-я Конференция молодых учёных "Фундаментальные и прикладные космические исследования". ИКИ РАН, Москва, 9—11 апреля 2014: Сборник трудов / Под ред. А.М. Садовского. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 7, с. 2. Рус.

9—11 апреля 2014 г. в ИКИ РАН состоялась XI Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» (интернет-сайт конференции <http://kmu.cosmos.ru>), посвящённая дню космонавтики. Основная цель конференции дать молодым учёным возможность самостоятельно представить результаты своей работы, получить опыт выступления перед аудиторией, публичного обсуждения научных результатов. Организатор конференции научно-образовательный центр ИКИ РАН. В конференции участвовали студенты, аспиранты и молодые учёные, работающие в области космических исследований. Предлагаем вашему вниманию сборник трудов конференции.

23.05-01.397 Предисловие [11-я Конференция молодых учёных "Фундаментальные и прикладные космические исследования". ИКИ РАН, Москва, 9—11 апреля 2014: Сборник трудов]. *Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 7, с. 3-4. Рус.

23.05-01.398 К определению формы изображения радиоимпульса пульсара в картинной плоскости. *Акопян А.Л., Бескин В.С. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 5-16. Рус.*

Определение размера изображения радиоимпульсов пульсаров в картинной плоскости является важнейшей задачей не только в связи с возможностью их прямого углового разрешения, но и для проверки и ограничения существующих теорий радиоизлучения. В работе в простейшем случае дипольного магнитного поля определены как форма изображения, так и её изменение в зависимости от фазы импульса для необыкновенной (X) и обыкновенной (O) моды. Получены изображения для пульсаров с различными значениями углов наклона оси намагниченности к оси вращения, а также различными параметрами модели, такими как высота излучения, размер области излучения по высоте и лоренц-фактора вторичной плазмы. Показано, что размер изображения в центре импульса значительно меньше, чем на его краях.

23.05-01.399 Выбор адсорбционных ловушек для газохроматографа физического анализа летучих веществ *in situ* в миссиях Луна-Ресурс (2020) и EXOMARS (2018). *Асеев С.А., Герасимов М.В., Зайцев М.А., Сангур А.Г. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 17-23. Рус.*

Работа посвящена исследованию зависимости характерного времени удержания постоянных газов CO₂, CO, O₂, CH₄, N₂, Ar на адсорбентах Carbosieve III, PoraPak Q и Molsieve 5A от температуры охлаждения адсорбционных накопителей. По результатам проведённых измерений была разработана и проверена лабораторная установка для исследования свойств новых адсорбентов, которые могут использоваться в этих накопителях.

23.05-01.400 Обзор метанольных мазеров на радиointерферометре EVLA (NRAO, USA) на длине волны 18 см: первые результаты наблюдений. *Баяндина О.С., Вальтц И.Е., Куртц С.Ю. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 24-30. Рус.*

С целью проверки правильности предположения относительно общности механизма накачки метанольных мазеров I класса (MMI) и мазеров он, излучающих в спутнике на частоте 1720 мГц, и их отождествления с фронтами биполярных потоков в 2013 г. были проведены наблюдения 102 MMI (спектральные и поляризационные) на радиointерферометре eVLA (expanded Very Large Array, Сокорро, Нью-Мексико, США) в конфигурации C на частотах покоя в линиях HI, он и в континууме. Данная работа была поставлена с учётом факта, что подобный обзор, выполненный авторами ранее на 70-метровом радиотелескопе в Евпатории (Украина), дал существенные положительные результаты: совместимость излучения MMI и OH(1720) втрое превзошла совместимость излучения OH(1720) как с другими мазерами, так и с остатками сверхновых основным источником ударных волн в межзвёздной среде, провоцирующих столкновительную накачку молекул. Представлены результаты первого этапа обработки интерферометрических данных с помощью программного пакета CASA, который разрабатывается международным консорциумом учёных на базе национальной радиоастрономической обсерватории США (National Radio Astronomical Observatory, NRAO) для предоставления наиболее широкого круга возможностей обработки данных, полученных на радиотелескопах нового поколения, таких как ALMA и eVLA (expanded Very Large Array, Socorro, new Mexico, USA), и который является новым современным инструментом, используемым в интерферометрии. Обсуждаются результаты статистического анализа данных наблюдений, касающиеся новых мазерных излучателей EGO (Extended Green Objects), открытых ранее в рамках космической миссии SPITZER при исследовании излучения полиароматических углеводородов в ближнем инфракрасном диапазоне и представляющих новый класс объектов межзвёздной среды.

23.05-01.401 "Радиоастрон" в системе космической радиointерферометрии со сверхдлинными базами: исследование мазера H₂O в протопланетном диске IC1396N. *Баяндина О.С., Куртц С.Ю., Алакоз А.В.,*

Вальтц И.Е., Каленский С.В., Рудницкий Г.М. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 31-36. Рус.

Представлен проект исследования молодого дозвёздного объекта в области звёздообразования IC1396 с помощью российского наземно-космического интерферометра «Радиоастрон». Объект представляет собой протопланетный диск небольшого диаметра (15 а.е.) и биполярный выброс вещества из центральной части источника, демонстрирующий сильное мазерное излучение в линиях водяного пара. По данным предполётных исследований в системе VLBA (Very Long Baseline Array) nRAO (National Radio Astronomy Observatory), США, со сверхдлинными базами, сравнимыми с диаметром Земли, объект содержит около десяти пространственно неразрешённых мазерных компонентов и демонстрирует постоянство функции видности интерферометра при переходе от коротких баз к длинным, что указывает на их малые линейные размеры. С помощью измерения координат мазерных деталей со сверхвысоким разрешением, которое обеспечит космический радиотелескоп «Радиоастрон» совместно с сетью наземных радиотелескопов, представляется возможность оценки собственных движений мазерных компонентов и проверки предполагаемой модели прецессирующего диска. Проект принят к исполнению научным и организационным комитетом миссии.

23.05-01.402 Моделирование термоупругого состояния комплекса Atmospheric Chemistry Suit орбитального зонда Trace Gas Orbiter в рамках проекта EXOMARS. *Бутенко А.Э., Бугрова А.Д., Аксенов С.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 37-42. Рус.*

Методы компьютерного моделирования применены к задаче оценки нагрузок, возникающих вследствие температурного расширения компонента спектроскопического комплекса Atmospheric Chemistry Suit (ACS) орбитального зонда Trace Gas Orbiter (TGO) проекта EXOMARS.

23.05-01.403 Исследование характеристик тесной двойной системы NSVS 14256825. *Дёминова Н.Р., Шиманский В.В., Борисов Н.В., Габдеев М.М. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 43-48. Рус.*

Обработаны данные фотометрических и спектроскопических наблюдений предкатаклизмической переменной NSVS 14256825, принадлежащей группе двойных систем типа HW Vir. Выполнено численное моделирование спектров, кривых блеска и кривых лучевых скоростей. В результате уточнены параметры и химический состав атмосферы SDB-субкарлика, получен полный набор параметров компонент системы. Показано, что наблюдаемые кривые лучевых скоростей имеют искажения, обусловленные действием эффектов отражения. Найдены новые значения масс компонент из анализа кривых лучевых скоростей, обнаружено, что вторичная компонента имеет массу, близкую к массе коричневых карликов.

23.05-01.404 Предварительные результаты сравнительного исследования углеродистого вещества матрицы и большого тёмного включения GRANDI CV3-хондрита Ефремовка. *Зайцев М.А., Герасимов М.В., Трубина Е.Н. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 49-54. Рус.*

Представлены новые результаты сравнительного исследования углеродистого вещества в CV3-хондрите Ефремовка и в большом тёмном включении Grand Dark Inclusion (GRAnDI), содержащемся в данном хондрите. Из основного вещества Ефремовки при пиролизе выделено большее количество органических соединений, чем из вещества GRAnDI. При этом качественный состав летучих веществ был практически одинаков. Методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) показано, что GRAnDI содержит значительно больше углерода, чем матрица Ефремовки.

23.05-01.405 Применение методов многопорогового декодирования в системах дистанционного зондирования Земли. *Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Шевляков Д.А. Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7, с. 55-58. Рус.*

Рассмотрены вопросы, связанные с эффективностью декоди-

рования многопороговых методов коррекции ошибок в современных системах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Результаты проведенного исследования показали, что наиболее подходящими к применению в системах ДЗЗ по данным критериям являются многопороговые декодеры (МПД) самоортогональных кодов. МПД позволяют почти оптимально декодировать даже очень длинные коды с линейной от длины кода сложностью реализации, демонстрируя при этом хорошую корректирующую способность.

23.05-01.406 Исследование крупномасштабных ионосферных неоднородностей с помощью двухчастотного радиопросвечивания сигналами спутников ГЛОНАСС. Когогин Д.А., Насыров И.А. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 59-63. Рус.

Представлены результаты измерения полного электронного содержания (ПЭС) в ионосфере Земли при воздействии на неё мощного коротковолнового радиоизлучения стелда «сура» на сети ГНСС-станций (Глобальные навигационные спутниковые системы) в пространственно-разнесённых пунктах, расположенных вдоль геомагнитной широты стелда «Сура»: пос. Васильсурск, пос. Зеленодольск; пос. Казань. В ходе нескольких экспериментальных компаний были выбраны дни, когда во время работы стелда «сура» спутники ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) пролетали над диаграммой направленности антенной системы (ДНАС) стелда. По результатам обработки полученных данных обнаружено и подтверждено наличие вариаций ПЭС на траектории распространения сигнала от спутника ГЛОНАСС, пролетавшего над возмущённой областью. Вариации ПЭС достигают 0,15–0,3 TECU ($1 \text{ TECU} = 10^{16} \text{ эл/м}^2$).

23.05-01.407 Фотометрический анализ запятнённости вторичной компоненты DE CVn. Колбин А.И., Шиманский В.В., Галеев А.И. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 64-68. Рус.

Приведён фотометрический анализ запятнённости вторичной компоненты DE CVn. Моделирование запятнённости было проведено на основе двухпятенной модели звезды. Поиск параметров пятен проводился с использованием данных в двух фотометрических полосах. Получена карта распределения пятен по поверхности звезды, сделана оценка запятнённости.

23.05-01.408 Использование переменных действия ньютоновой задачи в численном решении задачи n тел. Лежнин К.В., Чернягин С.А. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 69-76. Рус.

Предложен метод регуляризации уравнений движения для столкновительных систем многих частиц. Показано, что с помощью теории возмущений в предложенном подходе можно изолировать особенность и существенно увеличить шаг интегрирования, не теряя физических эффектов, существенно влияющих на эволюцию звёздных скоплений.

23.05-01.409 Простые методы оценки масс эллиптических галактик. Лыскова Н.С. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 77-82. Рус.

Последние десятилетия методы оценки масс эллиптических галактик непрерывно совершенствовались и усложнялись. Современные методы динамического моделирования позволяют не только определить профиль массы, но и рассчитать вклад звёздной и тёмной компонент, охарактеризовать распределение орбит звёзд, оценить массу центральной сверхмассивной чёрной дыры. Однако на практике такой подход оказывается чувствительным к «качеству» наблюдаемых данных и применим только для близких галактик. Более того, даже самых детальных наблюдательных данных может оказаться недостаточно, чтобы однозначно определить все параметры модели, часть из которых вырождена. Детальный анализ может также оказаться неоправданным и с точки зрения вычислительного времени, особенно если речь идёт о современных (и планируемых) обзорах, содержащих информацию о миллионах объектах на разных красных смещениях. Для оценки масс большого числа галактик более целесообразными кажутся простые и быстрые методы, базирующиеся на минимальном наборе данных и обеспечивающие несмещённую оценку, которые и обсуждаются в данной работе. Для эллиптических галактик в оптическом диа-

пазоне «базовыми» наблюдательными данными являются профили поверхностной яркости и лучевой дисперсии скоростей звёзд. Этих данных недостаточно для однозначного определения профиля массы галактики из-за вырождения между массой и анизотропией орбит звёзд. Тем не менее, при разумных предположениях оказывается возможным получить надёжную оценку массы галактики, не привлекая дополнительных данных, но только на специально выбранном радиусе. В данной работе основной акцент сделан именно на исследовании и тестировании подобных простых методов оценки массы эллиптических галактик. На небольшой выборке ярких рентгеновских эллиптических галактик, оптические профили которых были получены на большом телескопе азимутальном специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук (БТА САО РАН), было также продемонстрировано, что сравнение простой оптической оценки массы галактики с рентгеновской массой позволяет наложить ограничения на анизотропию орбит звёзд и нетепловое давление газа, а сравнение со звёздной массой позволяет определить долю тёмной материи. Обсуждаются также перспективы использования простой оценки массы в качестве индикатора полной массы галактик и другие возможные области применения простых методов.

23.05-01.410 Скорость роста галактического магнитного поля в модели динамо со случайными коэффициентами. Михайлов Е.А., Илларионов Е.А., Модяев И.И. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 83-87. Рус.

Уравнения галактического динамо содержат усреднённые характеристики межзвёздной среды. Эти параметры хорошо описывают межзвёздный газ в «спокойных» галактиках, однако в объектах, где протекают бурные процессы, влияющие на соотношение между различными компонентами межзвёздного газа, ситуация меняется параметры могут флуктуировать. Нами рассмотрены уравнения галактического динамо в так называемом поз-приближении, где коэффициент, описывающий турбулентные движения, может принимать с определённой вероятностью одно из двух значений. Данная задача решалась как численным путём, так и в рамках аппарата инвариантной меры, известного в теории вероятностей. Оба способа вычисления дают приблизительно одинаковые результаты для скорости роста магнитного поля.

23.05-01.411 Структура фазовой плоскости при захвате и серфотронном ускорении электронов с большим продольным импульсом. Мкртчян Г.С., Ерощин Н.С. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 88-93. Рус.

Исследована структура фазовой плоскости заряженных частиц с большим продольным импульсом при серфотронном ускорении электромагнитной волной. Электромагнитная волна в плазме распространяется вдоль внешнего магнитного поля. При положительной начальной фазе волны на траектории частицы электроны захватываются сразу для большого продольного импульса, а при отрицательной захват электронов волной не наблюдается. Расчёты показали, что траектория захваченных частиц имеет устойчивый фокус на фазовой плоскости, и эта траектория соответствует движению в сложной нестационарной потенциальной яме.

23.05-01.412 Анализ траекторных характеристик краткосрочных миссий к точке либрации L2 системы Земля—Луна. Николаева Ю.А., Ахёнов С.А. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 94-98. Рус.

Представлены результаты моделирования непрямого перелёта к точке L2 системы Земля—Луна. Рассчитаны окна запуска в 2021 г. для дней с наибольшей степенью освещённости обратной стороны Луны. Для этих дней были выбраны моменты запуска, соответствующие минимальным затратам топлива. На основе полученных данных были выбраны наиболее оптимальные моменты запуска космического аппарата.

23.05-01.413 Двойной цикл солнечной активности в двухслоевой среде. Попова Е.П., Южина Н.А. *Механика, управление и информатика*. 2014. 6, № 7, с. 99-102. Рус.

Считается, что циклическая магнитная активность солнца имеет основной период, равный примерно 22 годам. Однако бо-

лее тщательные исследования показали, что солнечный цикл является более сложным. В последние десятилетия появилось большое число работ, в которых показано, что квазициклические импульсы магнитной активности с периодами около 0,5—2,0 лет на фоне 22-летнего солнечного цикла. В работе исследовано поведение динамо-волн в двухслойной среде в рамках нелинейного динамо с учётом толщины слоёв и меридиональной циркуляции. Показано, что в модели существуют режимы, аналогичные двойному циклу, наблюдаемому на солнце. Были построены баффер-диаграммы для полоидальной и тороидальной компонент магнитного поля, воспроизводящие двойной цикл.

23.05-01.414 Уравнение Гамильтона—Якоби для модели двухмерного динамо с меридиональной циркуляцией. *Попова Е.П., Южина Н.А. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 7, с. 103-105. Рус.

Построено уравнение Гамильтона—Якоби для двухмерного динамо с учётом меридиональной циркуляции с помощью метода, аналогичного методу Вентцеля—Крамерса—Бриллюэна (ВКБ). Такое уравнение позволяет аналитически исследовать зависимость длительности цикла солнечной активности от меридиональных потоков.

23.05-01.415 Связь характера магнитного поля активных областей Солнца с их вспышечной продуктивностью. *Садыхов В.М., Зимовец И.В. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 7, с. 106-113. Рус.

Рассмотрено 95 изолированных активных областей в произвольный момент их нахождения на диске Солнца. 28 из 95 активных областей наблюдались инструментами MDI/SOHO и TRACE, остальные 67 активных областей инструментами HMI/SDO и AIA/SDO. По фотосферным магнитограммам восстанавливались силовые линии магнитного поля в потенциальном приближении в каждой области. Восстановленные линии сравнивались с магнитоплазменными структурами (магнитными петлями), наблюдаемыми в диапазоне экстремального ультрафиолета. На основании мнения группы экспертов сделан вывод о характере поля в каждой из областей (потенциальный, непотенциальный, промежуточный). Информация о характере поля каждой области дополнена историей её вспышечной активности. Установлено, что потенциальное приближение наблюдается только для 18% рассмотренных активных областей. Показано, что в потенциальных областях не бывает вспышек класса выше C4.0. Утверждается, что на основе лишь определения характера поля в активной области нельзя с вероятностью большей, чем 16%, предсказать появление в ней мощной (класса M или X) вспышки в течение 24 ч после момента её рассмотрения. Дополнительным результатом данной работы является оценка характерного времени роста токов в активных областях ~8 ч.

23.05-01.416 Генерация плазмы в магнитосфере вращающихся радиотранзиентов (RRAT) и обобщённая суперстатистика. *Собьянин Д.Н. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 7, с. 114-119. Рус.

В 2006 г. были открыты новые нестационарные космические источники радиоизлучения вращающиеся радиотранзиенты (RRAT). Данные источники характеризуются необычной активностью в виде одиночных, редких, спорадических, коротких, ярких радиовспышек и ассоциируются с вращающимися нейтронными звёздами. Радиоизлучение нейтронных звёзд связано потоком электрон-позитронной плазмы, истекающей из их магнитосферы. Вспышки радиоизлучения RRAT можно связать с «молниями» в магнитосфере нейтронной звезды, а во время образования таких молний генерация плазмы существенно нестационарна. Обсуждается обобщённая суперстатистика новый подход статистической физики к неравновесным системам с иерархической структурой динамики и разделением пространственно-временных масштабов и рассматривается её приложение к нестационарной генерации плазмы в молниях. Изучается распределение ультрарелятивистских электронов и позитронов по энергиям и вычисляется вероятность того, что случайно выбранная частица вносит существенный вклад в рождение вторичных электрон-позитронных пар.

23.05-01.417 Планетарная защита: обзор междуна-

родных подходов, проекты и предложения. *Трушляков В.И., Гаверилова К.И., Шевцов И.А. Механика, управление и информатика.* 2014. 6, № 7, с. 120-126. Рус.

Рассмотрена проблема загрязнения планеты Земля различными элементами инопланетных тел, привнесённых космонавтами по прибытию на Землю из космического пространства или с поверхности других планет, таких как Марс. Также затронута проблема загрязнения поверхности Марса земными микроорганизмами, предложены варианты уменьшения влияния этого фактора на исследовательскую деятельность на поверхности Марса.

23.05-01.418 Предисловие [Космическая баллистика — от истоков к будущему: сборник трудов юбилейного заседания семинара ИКИ РАН по механике, управлению и информатике, посвящённого 100-летию со дня рождения П.Е. Эльясберга. 17—19 июня 2014 года, Россия, Таруса]. *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 3. Рус.

17—19 июня 2014 г. в живописном городке Тарусе на севере Калужской области в представительстве «Интеркосмос» состоялось выездное заседание семинара ИКИ РАН по механике, управлению и информатике, посвящённое 100-летию со дня рождения П.Е. Эльясберга, выдающегося учёного и педагога, одного из создателей отечественной космической баллистики, принимавшего непосредственное участие в разработке и подготовке запуска первого искусственного спутника Земли и руководившего работами по баллистическому обеспечению целого ряда советских космических проектов. Семинар был организован отделом космической динамики и математической обработки информации ИКИ РАН, основателем и первым руководителем которого был П.Е. Эльясберг. Целью семинара было не только почтить память одного из пионеров советской космической науки, но и отразить сегодняшнее состояние космической баллистики, дать возможность молодому поколению учёных познакомиться с новыми достижениями в этой области. В заседании приняли участие ведущие специалисты по космической баллистике, механике космического полёта и смежным областям из Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ), Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ), Института прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук (ИПМ РАН), Института космических исследований (ИКИ РАН), Центрального научно-исследовательского института машиностроения (ЦНИИмаш), Московского государственного авиационного института (МАИ), Московского института электроники и математики Национального исследовательского университета Высшая школа экономики (МИЭМ НИУ ВШЭ) и других организаций. Среди выступавших были как учёные старшего поколения, знавшие П.Е. Эльясберга и работавшие с ним, его ученики и соратники, так и молодые специалисты, продолжающие развитие российской науки. На заседаниях звучали выступления, посвящённые биографии П.Е. Эльясберга и научным задачам, решавшимся под его руководством, а также доклады, посвящённые современным исследованиям в области космоса. Эти выступления и доклады легли в основу настоящего сборника.

23.05-01.419 К 100-летию со дня рождения П.Е. Эльясберга, пионера отечественной баллистики. Биографический очерк. *Хавенсон Н.Г. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 5-38. Рус.

Множество людей, которые работали с Павлом Ефимовичем, представлены в этом очерке своими воспоминаниями в виде отдельных штрихов к созданному портрету. Все, кто делится своими воспоминаниями об этом разностороннем и пытливым учёном, талантливым и доступным человеку, делают это очень тепло и с большим уважением. И среди них ученики, соратники и родные учёного. Я же постарался создать из конкретных биографических сведений, собственных личных воспоминаний и рассыпанных по тексту воспоминаний других людей образ этого удивительного и замечательного человека. Поэтому все высказывания от первого лица исходят либо от меня, либо от моих соавторов с указанием их имён и выделением их слов в кавычки. Большая часть приведённых здесь биографических сведений почерпнута мной из воспоминаний племянни-

ка П.Е. Эльясберга — Виктора Максимовича, размещённых на израильском сайте <http://nizi.co.il/index.php/nauka/2012-12-24-08-11-26/tehnnauki/item/51-cosmos-usr>, а также из сайта еженедельной газеты «Большого Королёва» СПУТНИК <http://sputniklife.ru/multimedia/novosti/novosti/uchenyu-ballistik/>.

23.05-01.420 О Павле Ефимовиче Эльясберге. *Назуров Р.Р. Механика, управление и информатика*. 2015. 7, № 1, с. 39-40. Рус.

Очень хорошо помню день, когда я познакомился с П.Е., это было 1 сентября 1969 года. Это был первый учебный день, и у нас была первая лекция по курсу термеха, который на потоке механиков читал Эльясберг. Конечно, внешность у него была необычной: знаменитый чуб, вечно перепачканный мелом пиджак и тому подобное — об этом легенды ходят. Так вот — он нам всем, всему потоку, не понравился. Категорически. Это был первый день на первом курсе, и мы, хотя именовались механиками, все имели в основном математическое образование. И нам по духу были лекции в стиле Арнольда — чёткие формулировки, система аксиом, выводы и так далее. А тут было совершенно по-другому. И мы пошли на кафедру жаловаться и просить, чтобы нам заменили лектора. Врезалась в память реакция одного из преподавателей, который вёл у нас семинары: «Да вы что? Да вы просто не осознаёте, какой у вас лектор и что он читает! Вам ещё предстоит это понять!» И действительно, понадобился почти целый год, чтобы мы поняли, что этот курс читается не так, как, например, линейная алгебра или аналитическая геометрия, а читается нам действительно большая наука — механика. Поняли мы это только к концу второго семестра. Следующим переломным этапом для меня был конец второго курса, когда надо было решать вопрос о том, на какой кафедре учиться дальше. Я к тому времени был уже достаточно активным, было у меня много друзей среди старшекурсников, и я всё с ними советовался, как быть, что выбрать — аэромеханику, гидромеханику или ещё что-то? И вот один из друзей говорит: «Слушай, не валяй дурака. Неважно, какой наукой ты будешь заниматься, ты выбирай шефа! Выбирай такого научного руководителя, который тебя не бросит. Вот есть такой Эльясберг Павел Ефимович, он до сих пор не бросил ни одного своего ученика, какими бы они ни были». И я, поскольку привык слушать советы старших, да и лекции П.Е. слушал уже два года, пошёл к нему. Стал ходить к П.Е. на его знаменитый семинар в ГЗ (главное здание МГУ), который проходил по вечерам. Много раз получалось после этого семинара вместе с П.Е. идти до метро, и это неформальное общение с ним было для меня просто бесценным. Кстати, примерно так же часто приходилось ходить до метро с Михаилом Львовичем Лидовым. Помню, кстати, как он рассказывал мне как-то раз, что нельзя обижаться на П.Е.: «Говорит мне Эльясберг, что где-то на КОСПАРе он доложил мой результат. Но так искренне говорит, что обижаться на него — невозможно!» Помню, во время одного из этих походов до метро П.Е. спрашивает меня: «Равиль, а сколько Вы зарабатываете в стройотрядах?» И когда я назвал цифру, он в ответ поражённо: «А зачем же Вы к нам идёте? У нас в науке Вы таких денег получить не будете!» Или вот такая его фраза: «Равиль, ну неужели Вы хотите заниматься космической динамикой? Там же делать нечего, всё уже сделано! Неужели нельзя более интересную работу найти?». Я специально говорю сейчас о П.Е. именно не как об учёном, а как о человеке — Человеке с большой буквы. А со временем я убедился совершенно в том, что П.Е. никогда не бросает своих учеников. Было это так. В 1972 или 1973 году было специальное постановление Политбюро о перекосе национальной политики на мехмате. Именно на мехмате. И стали политику исправлять. Причём таким образом — в августе 1973 года, за неделю или две до первого сентября, П.Е. получил письмо (не Охотимский ему позвонил, а именно письмо!) о том, что он больше не является профессором мехмата. Переживал он страшно. Ну а потом, как всегда, — партсоборание факультета и резолюция, одобряющая «вымывание совместителей», так это тогда называлось. Я, помню, тогда встал и сказал, что, наверное, это решение неправильное и привёл в пример своего научного руководителя. Короче говоря, уже заготовленное парткомом решение не было принято. Как вы понимаете, такие вещи просто не проходят, и за неделю до распределения, в марте, у меня отзывают рекомендацию

в аспирантуру. А всё уже было подготовлено — формальным моим руководителем должен был быть Лидов, а неформальным — П.Е. Учёный совет также дал все рекомендации. А партком за неделю до распределения принял решение — отозвать. Тогда, помню, я ходил всюду — пошёл и к Садовничему, который был тогда заместителем декана, а он говорит: «Равиль, ну что я могу сделать? Это решение парткома». А в чём была игра? Я как отличник и коммунист однозначно попал бы в НИИ-88, или в Саров, или ещё куда-нибудь в этом роде. И тогда П.Е. пошёл к Сагдееву, тот пошёл в Президиум АН СССР, и мне буквально за два дня сделали путёвку в Академию наук. В этом был весь П.Е. — иначе он поступить не мог. И ещё несколько слов о другом. В диссертации П.Е. последний пункт назывался «расчёты с применением электронных машин». Так вот, об электронных машинах. Хорошо помню, кстати, как П.Е. со смехом рассказывал, что его сотрудницы на «Рейнметаллах» считают быстрее, чем Ястребов на «Стреле». 1985-86 год. Только-только появились первые персональные компьютеры. П.Е. в то время уже был серьёзно болен, ему было трудно ходить, и он работал в основном дома. Мы купили ему самый современный на то время персональный компьютер (ещё с монохромным дисплеем), на котором можно было программировать. И П.Е. погрузился в работу, за короткое время освоил компьютер и программирование, кажется, на Паскале. Несмотря на болезнь, он буквально целыми днями сидел и решал научные задачи — например, самостоятельно рассчитал массу кометы Галлея (это была работа с Морозом). Вот таким он в нашей памяти и остался.

23.05-01.421 Воспоминания о Павле Ефимовиче Эльясберге. *Почукаев В.Н. Механика, управление и информатика*. 2015. 7, № 1, с. 41-45. Рус.

Я очень хорошо знал Павла Ефимовича. Он был человеком чрезвычайно скромным и о своём прошлом говорил обычно лишь в общих чертах. Мне очень хорошо запомнилось, как однажды П.Е. сказал: «Надо же, как устроена жизнь! Вот накачали меня, направили служить солдатом для охраны армян от турков, а практически все мои соученики, получившие офицерские звания, погибли в битве под Киевом. Практически никого не осталось...» Да, и в самом деле судьба распорядилась так, что мы имели счастье видеть этого удивительнейшего человека, которого я считаю в определённой степени близкого к гению, и общаться с ним.

23.05-01.422 Взгляд на 1960-е годы. *Дочукаев Л.В. Механика, управление и информатика*. 2015. 7, № 1, с. 46-53. Рус.

Приводятся воспоминания автора, приуроченные к 100-летию со дня рождения Павла Ефимовича Эльясберга — пионера отечественной космической баллистики и 90-летию со дня рождения Бориса Исааковича Рабиновича — крупнейшего учёного в области динамики ракетно-космической техники. Ключевые слова: баллистика, динамика, деформируемость, жидкое топливо, система управления, воспоминания.

23.05-01.423 Павел Ефимович Эльясберг — учёный и педагог. *Вайковьяк М.А. Механика, управление и информатика*. 2015. 7, № 1, с. 54-55. Рус.

Впервые о П.Е. Эльясберге как об известном баллистике я услышал в 1964 году на одной из лекций по определению орбит небесных тел, которую нам, студентам 5-го курса ГАИШ, читал профессор астрономического отделения физического факультета МГУ Б.М. Щиголов. С тех пор работы Павла Ефимовича, вместе с учебниками Г.Н. Дубошина и М.Ф. Субботина, прочно вошли в круг моего научного чтения. Появившееся в 1965 году замечательное «Введение в теорию полёта искусственных спутников Земли», естественно, стало моей настольной книгой. Мне довелось неоднократно присутствовать на заседаниях научного семинара кафедры теоретической механики МГУ, одним из руководителей которого был профессор П.Е. Эльясберг, а после поступления в Институт прикладной математики — докладывать ему о своих работах, так что я очень счастлив считать себя учеником Павла Ефимовича. Его априорно доброжелательное отношение к докладчикам органично сочеталось с необычайной глубиной восприятия работ и строгой требовательностью к их научному содержанию. Помню, как однажды с моим научным руководителем и непосредственным учителем профессо-

ром М.Л. Лидовым мы обсуждали одну работу по небесной механике, в которой предлагалось учесть очень незначительный возмущающий фактор в весьма грубой динамической модели. По словам М.Л. Лидова, Павел Ефимович в подобных случаях давал автору образный совет «не наводить стрелку на грязные брюки». Мне приятно вспомнить о Павле Ефимовиче ещё и потому, что позднее он, не колеблясь, откликнулся на просьбу быть оппонентом моей докторской диссертации. И очень дорого стоил доброжелательный отзыв такого известного и общепризнанного учёного как Павел Ефимович Эльясберг. Символично, что в творчестве двух упомянутых выдающихся учёных отчётливо проявилась общность их многогранных тематических научных интересов. Теория и практика космических полётов поставила множество различных задач. Можно указать, в частности, определение параметров верхней атмосферы по наблюдениям за движением ИСЗ, создание быстродействующих методов прогнозирования движения КА, анализ эволюции орбит самых различных классов, исследование перспективных проектов вывода КА в окрестности коллинеарных точек либрации и, конечно, получение априорных оценок точности определения параметров движения КА. В исследовании этих и многих других задач и Павел Ефимович, и Михаил Львович достигли замечательных результатов. Своим творчеством они фактически создали научные школы, собрали вокруг себя талантливых учеников, многие из которых и поныне продолжают и развивают идеи своих учителей. Однако, мне кажется, что много общего проявлялось у этих двух выдающихся людей и в их мироощущении. И у Павла Ефимовича, и у Михаила Львовича были очень трудными детские и последующие годы. Оба они воевали в действующей армии во время Великой Отечественной войны. Всё это формировало независимый характер с прочными жизненными устоями — «не лги, не бойся, не проси». Естественно, поэтому, что их отношения с начальством складывались отнюдь не безоблачно. На механико-математическом факультете МГУ и Павел Ефимович, и Михаил Львович, кроме руководства семинаром, в течение ряда лет читали свои оригинальные курсы лекций по теоретической механике, и оба они, к несчастью (для Университета!), были незаслуженно отстранены от преподавания. Что касается Михаила Львовича, то мне вспоминается лишь его единственный косвенный намёк на непростые отношения с руководством. После одного из выступлений Лидова на семинаре, где он рассказывал о своей работе, Павел Ефимович сказал: «Михаил Львович, вы получаете очень интересные результаты. Почему Вы не напишете книгу? Я бы на Вашем месте написал книгу». На это Михаил Львович мрачновато ответил: «Павел Ефимович, если бы Вы были на моём месте, Вы бы ничего не написали». Как Павел Ефимович, так и Михаил Львович внесли огромный вклад в решение многих задач космической баллистики, их научные заслуги по достоинству оценены нашей страной, а мои краткие воспоминания о Павле Ефимовиче Эльясберге, приуроченные к 100-летию со дня его рождения, — скромная дань светлой памяти этому замечательному учёному и человеку. P.S. На фоне воспоминаний о деловых научных встречах с Павлом Ефимовичем совершенно отчётливо видится его красивый внешний облик. Я помню, как после докторской защиты Евгения Петровича Аксёнова на банкете в ресторанном зале заиграла танцевальная музыка. И многие присутствующие дамы явно позавидовали Алле Генриховне Масевич, которую элегантно и улыбочиво повёл в танце Павел Ефимович.

23.05-01.424 **Комментарии ученика о некоторых важных результатах П.Е. Эльясберга. Назаренко А.И.** *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 56-68. Рус.

На основе многолетнего знакомства и сотрудничества с Павлом Ефимовичем Эльясбергом автор делится комментариями о некоторых важных результатах его исследований в области космической баллистики. Рассмотрены следующие вопросы: определение возмущений элементов орбит в результате влияния сжатия Земли и торможения в атмосфере; интегрирование уравнений движения; построение матрицы частных производных текущего вектора состояния по начальным условиям; построение динамической модели плотности атмосферы; уточнение орбит по измерениям. По материалам анализа сделан вывод, что результаты П.Е. Эльясберга внесли существен-

ный вклад в развитие современной космической баллистики. Ключевые слова: элементы орбит, возмущения, уравнения движения, интегрирование, вектор состояния, начальные условия, плотность атмосферы, модель, измерения, уточнение орбит.

23.05-01.425 **Фотографии из семейного архива П.Э. Эльясберга.** *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 69-70. Рус.

23.05-01.426 **Список печатных работ П.Е. Эльясберга.** *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 71-77. Рус.

23.05-01.427 **Построение и анализ траекторий срочного возвращения к Земле при пилотируемых полётах к Луне. Платонов А.К., Тучин А.Г., Сизгарулдизе Ю.Г., Заславский Г.С., Тучин Д.А.** *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 78-104. Рус.

Выполнен баллистический анализ задачи срочного возвращения на Землю пилотируемого транспортного корабля (ПТК) с обеспечением условий его входа в атмосферу Земли. Предложено и исследовано множество канонических траекторий безопасного возвращения космонавтов. Подробно рассмотрены четыре способа формирования траекторий возвращения к Земле в любой момент процесса полёта ПТК к Луне. Сделаны оценки требуемых затрат характеристической скорости, длительностей обратного полёта и получаемых районов движения в атмосфере Земли. Ключевые слова: полёт к Луне, возвращение на Землю, канонические траектории, угол входа, скорость входа, импульс торможения, время полёта, координаты посадки.

23.05-01.428 **Анализ траекторий для космической экспедиции к астероиду Апофис с возвращением к Земле. Ивашкин В.В., Крылов И.В., Лан А.** *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 105-112. Рус.

Дан обзор работ авторов по исследованию траекторий для экспедиции космического аппарата (КА) от Земли к астероиду Апофис, с пребыванием КА в течение некоторого времени у астероида и возвращением к Земле. Рассмотрены две группы траекторий. Одну группу составляют траектории перелёта КА при использовании комбинированной двигательной установки с большой и малой тягой, другую группу — траектории перелёта КА при использовании только обычных двигательных установок с большой тягой. Определены оптимальные траектории и их характеристики, в частности, начальное и конечное время экспедиции, конечная и полезная масса КА, для полётов в 2019—2022 гг. Показано, что использование малой электрореактивной тяги позволяет существенно улучшить характеристики экспедиции. Приведены также результаты анализа орбитального движения КА вокруг астероида. Ключевые слова: астероид, сближающийся с Землёй; астероид Апофис; экспедиция к астероиду; оптимальная траектория полёта к астероиду; движение КА вокруг астероида.

23.05-01.429 **Определение и прогнозирование орбит низколетящих спутников. Назаренко А.И.** *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 113-125. Рус.

Излагается методика определения и прогнозирования орбит низколетящих спутников, основанная на модификации метода максимального правдоподобия. Обоснование этой методики впервые было опубликовано в 1973 г. в сборнике «Прикладные задачи космической баллистики», подготовленном под руководством П.Е. Эльясберга (Назаренко, Маркова, 1973). Имеющийся уровень погрешностей определения и прогнозирования орбит низкоорбитальных спутников обусловлен непредсказуемыми вариациями торможения на интервале обработки данных измерений и при прогнозе, а также невозможностью корректного учёта этих вариаций в методе наименьших квадратов. Изложены основы усовершенствованной методики, характерной особенностью которой является учёт статистических характеристик атмосферных возмущений на интервале обработки измерений и при прогнозировании движения. Представлен пример её применения для определения и прогнозирования орбиты КА «Чибис». Ключевые слова: элементы орбит, случайные возмущения, измерения, уточнение и прогнозирование орбит, плотность атмосферы, баллистический коэффициент, метод наименьших квадратов, оптимальная фильтрация измерений, погрешности.

23.05-01.430 Единое представление вековой части возмущающей функции взаимного притяжения небесных тел. *Вашиковьяк М.А., Вашиковьяк С.Н., Емельянов Н.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 126-129. Рус.

Дан краткий обзор работ, выполненных авторами и посвящённых одной из традиционных задач небесной механики — разложению возмущающей функции взаимного притяжения небесных тел (планет или их спутников). В этих работах предложено специальное представление её вековой части с точностью до четвертых степеней эксцентриситетов и синусов взаимных наклонов орбит. В отличие от известных, оно имеет единую аналитическую форму для любого отношения между большими полуосями орбит возмущаемого и возмущающего тел.

23.05-01.431 О применении качественных методов теории возмущений при решении практических задач выбора и коррекции орбит спутников планет с учётом вековой и долгопериодической составляющих эволюции под влиянием внешних гравитационных возмущений. *Прозоренко В.И. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 130-161. Рус.

Статья представляет собой обзор работ, выполненных в ИКИ РАН за последние почти полтора десятка лет: речь идёт о качественных методах исследования эволюции и времени баллистического существования орбит спутников планет под влиянием внешних гравитационных возмущений с учётом возмущений, обусловленных гравитационным полем планеты. Эти исследования основываются на разработанной более 50 лет назад М.Л. Лидовым и его учениками качественной теории возмущений спутникового варианта ограниченной пространственной эллиптической задачи трёх тел (задачи Хилла) с учётом полярного сжатия планеты. Учитывая приближённый характер качественной теории возмущений, в работе большое внимание уделяется оценкам границ областей доминирующего влияния каждого из рассматриваемых возмущающих факторов и предусматривается обязательная проверка достоверности получаемых результатов численным интегрированием полной системы дифференциальных уравнений с учётом всех возмущающих факторов. Рассмотренные в работе примеры и практические рекомендации относятся к динамической системе Земля—Луна—Солнце. Ключевые слова: выбор орбит искусственных спутников, исследование эволюции орбит, применение теории возмущений, качественные методы, внешние гравитационные возмущения, обусловленные влиянием внешних тел, возмущения, обусловленные гравитационным полем планеты, учёт полярного сжатия планеты, вековая и долгопериодическая составляющие эволюции орбит, время баллистического существования, классификация многообразий начальных орбитальных данных, практические рекомендации.

23.05-01.432 Низкоэнергетическая траектория для пилотируемой миссии к околоземному объекту с использованием точек либрации. *Аксёнов С.А., Данжэм Д.У., Бобер С.А., Чумаченко Е.Н. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 162-171. Рус.

Рассмотрена возможность использования точек либрации при проектировании миссий к околоземным объектам. Разработан сценарий возможной пилотируемой миссии к астероиду 1994 XL1, предполагающей старт с гало-орбиты вокруг точки либрации L_2 системы Земля—Луна и возвращение на неё после пролёта астероида. Для минимизации затрат топлива используются облёты Луны и транзитные орбиты между транслунной точкой либрации и точками L_1 и L_2 системы Солнце—Земля. Суммарные затраты характеристического импульса для реализации предложенной миссии составляют менее 432 м/с. Ключевые слова: точки либрации, гало-орбита, высокоэллиптическая орбита, характеристическая скорость, реалистичная система сил.

23.05-01.433 Проектирование баллистической схемы полёта космического аппарата к потенциально опасному астероиду 2001 JV1 с целью изменения его орбиты взрывом. *Коложа Ю.Ф., Афанасьева Т.И. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 172-193. Рус.

Рассматриваются вопросы, связанные с решением проблемы

противодействия астероидно-кометной опасности. Приведены результаты проектно-баллистических исследований по разработке миссии, схемы полёта и навигации космических аппаратов, обеспечивающей требуемые условия сближения с астероидом 2001 JV1 с целью демонстрации возможности изменения его орбиты с помощью ядерного взрыва, который, в свою очередь, может быть зарегистрирован и количественно оценён в относительно короткие сроки. Ключевые слова: потенциально опасный космический объект, минимальное расстояние между орбитами, сценарий демонстрационной миссии, корректирующей импульс скорости, энергетические затраты.

23.05-01.434 Оценка влияния различных факторов на заключительный прогноз падения сходящих с орбит неуправляемых космических объектов. *Голубцова Н.А., Афанасьева Т.И., Гридчина Т.А., Коложа Ю.Ф. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 194-215. Рус.

Работа посвящена проблеме поиска путей повышения точности окончательного решения по прогнозу падения космических объектов (КО), сходящих с орбиты в неуправляемом режиме, в частности, оценке влияния разных факторов на точность таких прогнозов. На примере решения задачи прогноза падения для семи различных объектов, пять из которых были в разное время объектами-целями для тестовых кампаний Межагентского координационного комитета по космическому мусору (МККМ) и по которым имеются официально подтверждённые данные о времени и районе их схода с орбиты, на основе обработки измерительной информации, полученной по этим объектам в последние 1—1,5 суток их полёта по орбите, и реализации большого количества разных вариантов решения задачи прогноза при разных исходных данных, в том числе при использовании разных моделей атмосферы, получены результаты и сделаны выводы, которые могут быть использованы для нахождения «лучших» решений и оценки реальной точности результатов окончательного прогноза падения КО. Выявлена причина различий прогнозов падения КО при использовании одних из лучших на сегодняшний день моделей атмосферы ГОСТ-2004 и NRL MSISE-2000. Оценена степень этих различий для рассмотренных случаев и близость окончательных прогнозов, полученных с использованием одной или другой из этих моделей, к официальным, подтверждённым другими источниками, данным о входе КО в плотные слои атмосферы. Ключевые слова: космический мусор, объект риска, прогноз падения, модель атмосферы.

23.05-01.435 Основные аспекты мониторинга техногенного состояния околоземного космического пространства для обеспечения безопасности космической деятельности. *Лаврентьев В.Г., Олейников И.И., Червонов А.М. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 216-228. Рус.

Статья посвящена вопросам мониторинга техногенной обстановки в околоземном космическом пространстве. Дается характеристика техногенной обстановки, приводится описание автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве, разрабатываемой в интересах контроля за полётами объектов космического мусора и выявления опасных ситуаций. Ключевые слова: автоматизированная система предупреждения об опасных ситуациях, космический мусор, мониторинг техногенной обстановки, околоземное космическое пространство.

23.05-01.436 Синхронизация бортовых шкал времени навигационных космических аппаратов " ГЛОНАСС " с использованием межспутниковых измерений вдоль полной замкнутой цепочки межспутниковых взаимодействий. *Щежухин А.Ф. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 229-246. Рус.

Исследуется один из возможных режимов применения межспутниковой линии (МСЛ) на базе бортовой аппаратуры межспутниковой лазерной навигационно-связной системы (МЛНСС) измерений—связи в глобальной навигационной спутниковой системе (ГНСС) ГЛОНАСС. Рассмотрена задача построения оценителя поправок к бортовым шкалам времени (БШВ) всех 24 навигационных космических аппаратов (НКА) «Глонасс» по

составу межспутниковых измерений (МСИ) вдоль простой замкнутой цепочки межспутниковых взаимодействий, охватывающей все аппараты. Указан способ разрешения данной ненаблюдаемой задачи с матрицей коэффициентов неполного ранга в рамках метода наименьших квадратов (МНК). Для оценки характеристик получаемых поправок и итоговой точности синхронизации используется аппарат анализа собственных чисел и собственных векторов циркулянтных матриц, относящийся к методам линейной алгебры и геометрии. Предлагается специальный алгоритм синхронизации сведением кратковременных скачков к композитной шкале времени (КШВ) на основе обработки результатов МСИ. Схема использования МСИ для повышения точности временного обеспечения системы ГЛОНАСС представляется вполне реалистичной при использовании МЛНСС в качестве системы межспутниковых измерений связи на аппаратах «Глонасс-К2», на которых предусмотрена установка двух независимо функционирующих бортовых оптико-электронных терминалов МЛНСС. Ключевые слова: спутниковая навигация, высокостабильные стандарты времени—частоты, синхронизация шкал времени, ненаблюдаемая задача оценивания параметров, циркулянтная матрица.

23.05-01.437 Резонансный перенос энергии в колебательной системе. *Ковалёва А.С. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 247-263. Рус.

Рассматривается проблема необратимого переноса энергии в системе двух слабо связанных линейных осцилляторов. Предполагается, что осциллятор с постоянными параметрами возбуждается начальным импульсом, а присоединённый осциллятор с монотонно меняющейся частотой первоначально находится в покое. Перенос энергии в такой системе при проходе через резонанс был ранее обнаружен с помощью численных и физических экспериментов. В настоящей работе впервые показано, что во многих существенных предельных случаях имеется явное асимптотическое решение в виде интегралов Френеля. Полученное приближённое решение даёт простое описание необратимого переноса энергии от возбуждённого осциллятора к невозбуждённому. При этом энергия каждого осциллятора вычисляется в явном виде в любой момент времени. Ранее найденная аналогия между переносом энергии в классической системе осцилляторов и неадиабатическим туннелированием Ландау—Зинера позволяет утверждать, что решения подобного вида дают простое аналитическое описание переходных процессов как в классических, так и в квантовых системах с произвольными начальными условиями на конечном интервале времени.

23.05-01.438 Явление запаздывания критических температур при медленных фазовых переходах в немагнитических жидких кристаллах. *Суровяткина Е.Д. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 264-279. Рус.

В рамках теории Ландау—де Жена рассматриваются фазовые переходы в термотропном немагнитическом жидком кристалле, степень упорядоченности которого определяется температурой. Квазистационарная теория предсказывает две критические температуры: температура переохлаждения, ниже которой изотропная фаза теряет устойчивость, и температура перегрева, выше которой упорядоченное состояние не существует. В рамках квазистационарной теории критические температуры являются характеристиками жидкокристаллического вещества. В работе показано, что в противоположность квазистационарной теории при медленном изменении температуры критические температуры фазового перехода зависят от распределения самой температуры. В частности, в случае медленного нагревания при фазовом переходе «нематик—изотропная фаза» возникает явление запаздывания потери устойчивости немагнитической фазы, величина сдвига температуры перегрева зависит от скорости изменения температурно-зависимого параметра. Наиболее значительный эффект наблюдается при медленном охлаждении, т.е. при переходе «изотропная фаза—нематик». Однако в этом случае сдвиг температуры переохлаждения зависит от начальной температуры и не зависит от скорости изменения температуры. Описанное в работе явление запаздывания критических температур может быть использовано для улучшения или уточнения характеристик жидкокристаллического вещества при создании жидких кристаллов с заданными характеристиками. Ключевые слова: теория Ландау—де Жена,

параметр порядка, динамические бифуркации, фазовые переходы, критические температуры, нематик.

23.05-01.439 Визуализация микрокальцинатов на основе двухэнергетической делительно-разностной маммографии. *Горшков В.А. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 1, с. 280-286. Рус.

Целью данного исследования является улучшение раннего выявления микрокальцинатов как ранних предвестников онкологического заболевания. В данной статье рассматривается маммография, основанная на визуализации выпуклой комбинации эффективного атомного номера и плотности, которые идентифицируются на основе двухэнергетических делительных и разностных алгоритмов. Исследования показали, что визуализация выпуклой комбинации эффективного атомного номера и плотности существенно улучшает идентификацию микрокальцинатов. Ключевые слова: двухэнергетическая маммография, рак, микрокальцинаты, атомный номер, плотность, ранняя стадия.

23.05-01.440 Предисловие [Четвёртая всероссийская научно-техническая конференция "Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов"]. *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 5. Рус.

Начиная с 2008 г. каждые два года в начале сентября в городе Таруса Калужской области ИКИ РАН проводит конференцию «Современные проблемы ориентации и навигации космических аппаратов». В 2014 г. с 8 по 11 сентября была проведена четвертая конференция, в работе которой приняли участие специалисты 11 предприятий космической отрасли России и Казахстана. Как и в прошлые годы на конференцию приехали специалисты разных возрастов — от маститых и заслуженных докторов наук, до аспирантов и молодых специалистов. В течение четырёх дней на конференции обсуждались вопросы, связанные с различными аспектами разработки, создания и испытаний приборов звёздной и солнечной ориентации, космических и самолётных съёмочных систем, наземного оборудования для их отработки. Как и все предыдущие, конференция прошла в демократичной, дружеской обстановке. Участники конференции проживали в гостинице «Интеркосмос», расположенной в красивой березовой роще недалеко от реки Ока, что позволяло обсуждать насущные научные и производственные проблемы не только в зале для заседаний, но и во время прогулок по живописным окрестностям города Таруса. В настоящей сборник вошли работы, подготовленные авторами на основе представленных на конференции докладов. Сборник представляет интерес специалистам, основная деятельность которых связана с разработкой, созданием, эксплуатацией приборов и систем ориентации и навигации космических аппаратов.

23.05-01.441 Анализ современного состояния и перспектив развития приборов звёздной ориентации семейства БОКЗ. *Аванесов Г.А., Бессонов Р.В., Фори А.А., Куделин М.И. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 6-20. Рус.

Кратко описана история развития созданных в оптико-физическом отделе ИКИ РАН приборов звёздной ориентации семейства БОКЗ. Приведены их основные характеристики и параметры используемых ПЗС-матриц. Намечены дальнейшие пути совершенствования звёздных приборов с применением КМОП-матриц и ПЛИС с существенно более высокими эксплуатационными характеристиками при значительно меньших габаритах, массе и энергопотреблении. Представлены различные конфигурации звёздных датчиков ориентации с выносными оптическими головками. Обоснована целесообразность включения в состав звёздных приборов ориентации трёхосных датчиков угловой скорости на основе технологии МЭМС (микромеханические системы).

23.05-01.442 Астроинерциальная навигационная система. *Аванесов Г.А., Бессонов Р.В., Брысин Н.Н., Куркина А.Н., Лискив А.С., Людомирский М.Б., Каютин И.С., Ямщиков Н.Е., Гаврилов А.Л., Гульцов С.В., Степанов Ю.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 21-37. Рус.

Оптико-физическим отделом ИКИ РАН и ООО «НПК «Элек-

трооптика» при участии ЗАО «ЭЛСИ» была разработана астроинерциальная навигационная система (АИНС), предназначенная для использования на летательных аппаратах. Данная система состоит из блока бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) и астровизирующего устройства (АВУ). БИНС построена на базе лазерных гироскопов и кварцевых акселерометров. АВУ состоит из звёздного и солнечного датчиков, блоков обработки информации и питания.

23.05-01.443 Влияние формы одиночной звезды на точностные характеристики системы датчиков гида телескопа Т-170М. *Белинская Е.В., Воронков С.В., Никитин А.В., Строилов Н.А., Якович А.Л. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 38-54. Рус.

Рассматриваются результаты моделирования процесса формирования изображений звёзд на ПЗС-матрицах датчиков гида из состава системы датчиков гида (СДГ). С использованием полученных изображений были оценены достижимые точностные характеристики СДГ при её функционировании в режиме определения угловых параметров.

23.05-01.444 Калибровка системы датчиков гида телескопа Т-170М. *Белинская Е.В., Воронков С.В., Катасонов И.Ю., Никитин А.В., Строилов Н.А. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 55-65. Рус.

Описана процедура калибровки системы датчиков гида телескопа Т-170М космической обсерватории «Спектр-УФ», подробно рассмотрены все этапы калибровки, приведены результаты наземной отработки.

23.05-01.445 Отработка программно-алгоритмического обеспечения системы датчиков гида при натуральных и стендовых испытаниях. *Белинская Е.В., Воронков С.В., Катасонов И.Ю., Строилов Н.А., Пискунов А.Э., Чупина Н.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 66-84. Рус.

Рассматриваются методы и результаты отработки программно-алгоритмического обеспечения системы датчиков гида телескопа Т-170М космического аппарата «Спектр-УФ». Отработка проводилась: с использованием наземных средств, разработанных в ИКИ РАН: имитатора звёздного неба датчика гида и стенда динамических испытаний; при съёмках звёздного неба в условиях Москвы; при натуральных испытаниях на телескопе Цейсс-1000 Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук (САО РАН).

23.05-01.446 К вопросу о системе наведения в проекте "Орбитальная звёздная стереоскопическая обсерватория". *Чубей М.С., Вахолдин А.В., Куприянов В.В., Левко Г.В., Львов В.Н., Маркелов С.В., Цекмейстер С.Д., Цуканова Г.И. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 85-94. Рус.

Цель работы — исследование условий функционирования системы наведения астрографов орбитальной звёздной стереоскопической обсерватории (ОЗСО). Задача заключается в том, чтобы найти возможность построить систему наведения, удовлетворяющую критериям высокой эффективности в смысле минимума времени перенацеливания и оптимального энергообеспечения при высокой точности наведения и удержания телескопов в течение экспозиции. Предложена система подвеса и наведения инструмента на любую точку неба, кроме объектов пространства Солнечной системы в сфере радиусом, равным величине полуоси орбиты Венеры. Данное ограничение обусловлено необходимостью защиты от засветки солнечными лучами мозаик ПЗС (прибор с зарядовой связью; англ. CCD, charge-coupled device).

23.05-01.447 Исследование алгоритмов определения ориентации для наноспутников серии "ТаблетСат". *Иванов Д.С., Ивлев Н.А., Карпенко С.О. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 95-108. Рус.

Рассматриваются алгоритмы определения ориентации на основе фильтра Калмана для различного набора используемых датчиков: магнитометр, солнечные датчики, датчики угловой скорости и звёздный датчик. В качестве определяемых параметров рассматриваются кватернион ориентации и вектор угловой скорости, а также для ряда алгоритмов вектор смещения

нуля магнитометра и вектор смещения нуля датчика угловой скорости. Алгоритмы исследуются с параметрами наноспутника «ТаблетСат-Аврора».

23.05-01.448 Малогабаритный датчик звёздной ориентации для наноспутников. *Стекольников О.Ю., Абубкерев М.К., Байгуттуев А.А., Вирюков А.В., Захаров А.И., Крусанова Н.Л., Миронов А.В., Мошкалёв В.Г., Прохоров М.Е., Тучин М.С. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 109-119. Рус.

В последние годы быстро растёт число микро наноспутников — космических аппаратов с массами в десятки и единицы килограмм. Также как и «большие» спутники малые космические аппараты нуждаются в приборах для определения — гироскопах, звёздных датчиках, датчиках направления на Солнце и на центр Земли. Причём эти датчики должны быть существенно более лёгкими, компактными и, самое главное, более дешёвыми, чем их «большие братья». И при этом эти датчики должны оставаться достаточно точными. Некоторые из этих приборов — гироскопы, датчики Солнца и Земли — уже присутствуют на рынке малых космических аппаратов, но звёздных датчиков, особенно для наноспутников, там пока нет. В работе описывается звёздный нанодатчик ориентации, совместно разрабатываемый ООО «Азмерит» и ГАИШ МГУ.

23.05-01.449 Многоголовый звёздный датчик 348К. Результаты наземной экспериментальной отработки. *Карелин А.Ю., Зыбин Ю.Н., Князев В.О., Поздняков А.А. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 120-128. Рус.

Статья посвящена многоголовому звёздному датчику 348К, разработка которого завершилась в ОАО «НПП «Геофизика-Космос» в 2013 г. Даны описание конструкции, состав и основные характеристики прибора. Приведены укрупнённая программа наземной экспериментальной отработки и подробности некоторых испытаний.

23.05-01.450 Обеспечение сбоеустойчивости приборов звёздной ориентации, построенных на сбоеустойчивой элементной базе. *Федосеев В.И., Куняев В.В., Исаков А.Н., Юдина Л.М., Князев В.О., Коптев А.А., Титов Г.П., Шевляков О.В., Латынцев С.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 129-141. Рус.

Излагаются основные результаты работ по обеспечению устойчивости к сбоям приборов звёздной ориентации космических аппаратов (КА), построенных на элементной базе, подверженной сбоям. Рассматриваются особенности проявления сбоев в звёздных приборах, способы их парирования, результаты оценки эффективности этих способов. Приводятся результаты оценок параметров сбоеустойчивости некоторых типов приборов, полученные как из литературных данных, так и на основе обработки данных лётных испытаний.

23.05-01.451 Солнечный датчик на основе интерференционной оптической системы. *Прохоров М.Е., Захаров А.И., Жуков А.О., Миронов А.В., Стекольников О.Ю. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 142-147. Рус.

Солнечные датчики — это приборы, которые определяют направление на Солнце. Солнечный датчик должен иметь широкое поле зрения (оптимально — 2π ср или больше), а при использовании датчика для навигации, ещё и высокую точность. Сочетание высокой точности и широкого поля зрения является основной проблемой солнечных датчиков высокой точности. Наилучшие результаты сегодня достигнуты в солнечных датчиках с объективом «рыбий глаз» — поле зрения 2π ср и точность направления на Солнце 1 угл. мин. В работе предложен другой тип солнечного датчика, использующий свойства интерференционного фильтра на сферической поверхности, который при столь же широком поле зрения должен иметь более высокую (секундную) точность.

23.05-01.452 Исследование характеристик КМОП-матрицы датчика изображения CMOSIS CMV-4000. *Бессонов Р.В., Караваева Е.С., Эльяшев Я.Д. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 148-158. Рус.

Рассмотрены основные характеристики КМОП-матрицы

CMV-4000 Бельгийской фирмы CMOSIS. Приведены результаты исследований встроенной функции расширения динамического диапазона. Рассмотрены результаты исследования матрицы на шумовые характеристики. Проведены испытания на стойкость к воздействию тяжёлых заряженных частиц. Проведены наблюдения звёзд. Исследования показали, что матрица пригодна для использования в приборах и датчиках астрономической ориентации и других оптических системах космического применения.

23.05-01.453 Первичная обработка информации в звёздном датчике ориентации. Аванесов Г.А., Бессонов Р.В., Сметанин П.С. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 159-174. Рус.

Рассматривается задача предварительной фильтрации информации в звёздном датчике ориентации. Проводится краткий обзор различных фильтров приборов семейства БОКЗ (блок определения координат звёзд). Сформулировано требование — упрощение фильтра для предпроцессорной обработки информации и реализации на ПЛИС (программируемая логическая интегральная схема; англ. PLD, programmable logic device), фильтрации в темпе считывания фотоприёмной матрицы. Рассматриваются два варианта разработанных фильтров, которые сравниваются по точностным характеристикам с классическим оконным фильтром и между собой. Проверяется способность фильтров к устранению засветок и неравномерностей изображения. Один из фильтров реализуется в макете многоцелевой видеокамеры (МЦВК). Рассматриваются варианты использования фильтров помимо звёздных датчиков.

23.05-01.454 Общие принципы построения контрольно-испытательной аппаратуры оптико-электронных приборов. Прохорова С.А. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 175-180. Рус.

Рассмотрены общие требования к контрольно-испытательной аппаратуре, преимущества использования высокоскоростного видеоинтерфейса Camera Link при наземной отработке оптико-электронных приборов. Приведены примеры отработки программно-алгоритмического обеспечения.

23.05-01.455 Алгоритмы работы съёмочных камер служебной телевизионной системы космического аппарата "ЛУНА-ГЛОБ". Эльясhev Я.Д., Бессонов Р.В., Полянский И.В., Прохорова С.А., Жуков В.С. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 181-205. Рус.

Рассматривается алгоритмическое обеспечение служебной телевизионной системы (СТС-Л) для проекта ЛУНА-ГЛОБ. Предложено два алгоритма, направленных на улучшение качества изображений, получаемых при помощи этой системы. Первый алгоритм использует встроенную функцию КМОП-матрицы по расширению динамического диапазона. Он выполняет автоматический подбор времени экспозиции и параметров встроенной функции расширения динамического диапазона. Второй алгоритм использует программный метод расширения динамического диапазона камеры на 2-3 порядка. Также предложено несколько методов устранения структурного шума и проведён сравнительный анализ этих методов.

23.05-01.456 Использование служебной телевизионной системы для контроля и наведения лунного манипуляторного комплекса космического аппарата "ЛУНА-ГЛОБ". Никитин А.В. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 206-220. Рус.

В проекте ЛУНА-ГЛОБ на посадочном модуле размещены служебные и научные приборы, в том числе манипулятор и стереосистема лунных камер СТС-Л. Для организации их взаимодействия разработаны математические методы, реализуемые при помощи специального программного обеспечения, позволяющего выполнить наведение и контроль положения манипулятора в пространстве. Приведён пример формирования, визуализации и оценки точности цифровой стереоскопической модели с использованием имитатора лунного грунта. Проведена калибровка цифровых камер, уточнено значение фокусного расстояния и определены коэффициенты полинома дисторсии по полю изображения.

23.05-01.457 Стенд для исследования эффективно-

сти бленд на основе горизонтального солнечного телескопа ГАИШ. Байгуттуев А.А., Вирюков А.В., Захаров А.И., Мошкaлёв В.Г., Николаев Ф.Н., Прохоров М.Е., Тучин М.С. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 221-227. Рус.

При лабораторном исследовании приборов и конструкций предназначенных для наблюдения Солнца или защиты от его излучения используются «имитаторы Солнца» — мощный источник излучения с компактными угловыми размерами, а также, желательнее, с близкими к Солнечному излучению спектральными свойствами. Эти проблемы решаются различными способами, но одним из лучших имитаторов Солнца является само Солнце. Но если положением имитатора Солнца полностью управляет мы, то Солнце перемещается по небу, что крайне неудобно для проведения лабораторных измерений. Однако астрономом (солнечным астрономом) давно известен способ как «остановить» суточное движение Солнца — использование целостата. Этот способ широко используется в солнечных телескопах. В статье описывается стенд для исследования эффективности бленд, созданный на основе горизонтального телескопа АСП-10 ГАИШ МГУ.

23.05-01.458 Разработка стенда для тестирования программно-математического обеспечения звёздного датчика. Елубаев С.А., Алипбаев К.А., Шамро А.В., Бопеев Т.М., Сузненко А.С., Михайленко Д.Л. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 228-234. Рус.

Звёздный датчик является высокотехнологичным и высокоточным прибором для определения углового положения космического аппарата (КА). В последнее время он становится неотъемлемой частью систем управления движением и навигации космического аппарата. Одна из наиболее наукоемких частей звёздного датчика — его программно-математическое обеспечение, для тестирования и проверки которого необходимо разрабатывать различное испытательное оборудование. В статье рассматривается разработка стенда для отработки программно-математического обеспечения звёздного датчика по определению текущих параметров его ориентации.

23.05-01.459 Моделирование фона неба в широком спектральном диапазоне в околоземном космическом пространстве. Жуков А.О., Захаров А.И., Прохоров М.Е., Мошкaлёв В.Г., Шапов Н.И., Зиновьев И.А. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 235-245. Рус.

В настоящее время моделирование фона неба в околоземном космическом пространстве проводится с использованием астрономических спектральных полос. Изредка проводится пересчёт по спектральным типам (без учёта межзвёздного покраснения). В результате получаются неточные данные (в смысле точности потоков от источников света) в существующих каталогах, по которым работает система ориентации и навигации космических аппаратов. Это приводит в спектральной полосе прибора к появлению звёзд-помех, в одних случаях, и к пропаданию навигационных звёзд, в других. Также широкая спектральная полоса прибора опосредованно усложняет пересчёт потоков от звёзд. В предложенной статье приведён анализ фоновой звёздной обстановки при внеатмосферных наблюдениях космических объектов в спектральных диапазонах 0,17—0,3; 0,4—0,7; 3—5 мкм и в спектральной полосе V Джонсона. Было смоделировано пространственное распределение яркости фона неба, наблюдаемого из космоса, в каждом диапазоне и пространственное распределение звёзд в зависимости от расстояния до галактической плоскости. Определена средняя яркость фона неба в каждом из рассматриваемых спектральных каналов. Данные известных каталогов адаптированы к полосе чувствительности кремневых фотоприёмников как по координатным измерениям (фотоцентр двойной звезды, состоящей из звёзд с различными спектрами, смещается в зависимости от спектрального диапазона фотоприёмника), так и по некоординатным измерениям (получены более точные потоки излучения).

23.05-01.460 Методы объективного контроля точностных характеристик звёздного датчика. Бунтов Г.В., Верховцева А.В., Забиякин А.С., Князев А.Н., Цилюрик А.И. Механика, управление и информ-

матика. 2015. 7, № 2, с. 246-253. Рус.

Рассмотрены методики измерений на стенде угловых координат, которые позволяют контролировать точность звёздного датчика по одиночной звезде на этапе его сборки и настройки.

23.05-01.461 Определение величины отклонения от перпендикулярности фоточувствительной матрицы по отношению к оптической оси объектива, возникающего вследствие тепловой деформации звёздного датчика. *Разживалов П.Н. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 254-262. Рус.*

Проведено тепловое исследование оптико-электронного устройства (звёздного датчика) с жидкостным охлаждением с целью определения величины отклонения от перпендикулярности фоточувствительной матрицы по отношению к оптической оси объектива (угловая погрешность звёздного датчика). Для проведения исследования была разработана математическая модель с помощью программного пакета Mathcad для расчёта коэффициента конвективной теплоотдачи, а также разработана трёхмерная модель датчика ориентации по звёздам с помощью системы автоматизированного проектирования (САПР) Creo Elements (ProEngineer 5.0) для проведения теплового анализа конструкции. В результате исследования был выбран оптимальный режим работы двух контуров жидкостного охлаждения, определена величина тепловой деформации конструкции и угловая погрешность звёздного датчика. Величина погрешности составила 0,3 угл. с.

23.05-01.462 Иерархический звёздный каталог, предназначенный для режима слежения звёздного датчика. *Верховцева А.В., Забиякин А.С., Мозгунов Д.И., Соколов С.А., Цилорик А.И. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 263-268. Рус.*

Каталог, полный до некоторой звёздной величины, обычно слишком объёмный для режима слежения звёздного датчика. В работе предложены алгоритм и структуры данных, позволяющие в реальном времени эффективно фильтровать звёзды в соответствии с известной ориентацией датчика.

23.05-01.463 Оптические системы малогабаритных сканеров дистанционного зондирования земли для космических аппаратов "Метеор-М". *Завгородний Д.С., Соколовский М.Н., Трегуб В.П., Полянский И.В. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 269-275. Рус.*

Рассматриваются оптические системы ОС-100Т, ОС-125Т и ОС-180, разрабатываемые и изготавливаемые ОАО «ЛОМО» по заказу ИКИ РАН, для применения в составе многозональных съёмочных устройств (МСУ) среднего разрешения, входящих в состав научной аппаратуры космических аппаратов (КА) «Метеор-М» и «Метеор-МП». Каждая оптическая система состоит из объектива с фокусным расстоянием f , спектроделительного блока, обеспечивающего разделение полихроматического светового пучка на три спектральных канала с помощью дихроических зеркал, и полосовых светофильтров, установленных на выходных окнах спектроделителя, куда присоединяются оптико-электронные приёмники — ПЗС-линейки или матрицы (прибор с зарядовой связью; англ. CCD, charge-coupled device).

23.05-01.464 Сопоставление коэффициентов яркости природных объектов по данным комплекса многозональной спутниковой съёмки космических аппаратов "Метеор-М" № 1 и 2 и спектро радиометра MODIS космического аппарата TERRA. *Кондратьева Т.В., Жуков Б.С., Аванесов Г.А., Полянский И.В. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 276-292. Рус.*

Комплекс многозональной спутниковой съёмки (КМСС), работающий на борту космического аппарата (КА) «Метеор-М» № 1 с сентября 2009 г., включает две камеры МСУ-100 с разрешением около 60 м и тремя спектральными зонами в видимом и ближнем ИК-диапазонах, предназначенные для съёмки суши, и одну камеру МСУ 50 с разрешением около 120 м и тремя спектральными зонами в видимом диапазоне, предназначенную для мониторинга водных объектов. Аналогичный комплекс КМСС-М установлен на борту КА «Метеор-М» № 2, выведенного на орбиту 8 июля 2014 г. Камеры КМСС были радиометрически про-

калиброваны на Земле. В полёте ежегодно проводится радиометрическая кросс-калибровка КМСС относительно спектро радиометра MODIS по однородным снежным полям Антарктиды. В данной работе сопоставляются коэффициенты спектральной яркости (КСЯ) на верхней границе атмосферы для различных типов почвенно-растительных и водных объектов по данным КМСС и MODIS. С этой целью отбирались изображения участков земной поверхности, которые снимались КМСС и MODIS с интервалом времени не более 1–2 ч в стабильных атмосферных условиях. Пересчёт КСЯ между спектральными зонами КМСС и MODIS осуществлялся с использованием регрессионных соотношений, полученных по результатам модельных расчётов. В отличие от кросскалибровки по Антарктиде, различие углов наблюдения и Солнца в моменты съёмки КМСС и MODIS для указанных типов объектов не учитывалось, что может привести к некоторому разбросу результатов измерений КСЯ. Полученные зависимости показывают хорошее соответствие КСЯ природных объектов, регистрируемых камерами КМСС на КА «Метеор-М» № 1, с соответствующими данными спектро радиометра MODIS. Величина их среднеквадратического отклонения не превышает 0,022. Расхождение абсолютной чувствительности спектральных каналов камер КМСС и MODIS не превышает 4% и находится в пределах точности абсолютной калибровки MODIS. Предварительные результаты сопоставления КСЯ, измеренных камерами КМСС-М на КА «Метеор-М» № 2, и рассчитанных в спектральных зонах МСУ по данным MODIS, также показывают их хорошее совпадение.

23.05-01.465 Возможности космической навигации по планетному горизонту в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне. *Жуков Б.С., Жуков С.В. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 293-310. Рус.*

Космическая оптическая навигация может основываться на детектировании горизонта Земли и других небесных тел и оценке по нему положения космического аппарата относительно тела. Существующие космические датчики горизонта работают, в основном, в тепловом инфракрасном (ИК) диапазоне. Переход в видимый и ближний ИК-диапазон позволит значительно упростить аппаратуру. Путём модельных расчётов и обработки модельных, стендовых и реальных изображений показано, что потенциальная точность таких систем может быть сопоставима с точностью датчиков горизонта теплового ИК-диапазона. Ключевым параметром космических датчиков горизонта, который наиболее сильно влияет на точность навигационных измерений, является их поле зрения, которое должно выбираться максимальным большим, даже за счёт ухудшения разрешения.

23.05-01.466 Оценка возможности практической реализации автономной навигации космических аппаратов в дальнем космосе по астероидам. *Никифоров М.Г., Захаров А.И., Прохоров М.Е., Галушина Т.Ю., Жуков А.О. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 311-321. Рус.*

Задача навигации состоит в определении положения КА в пространстве. Один из возможных способов автономного определения навигации — измерение с борта КА видимого положения заранее отобранных астероидов. Если мы знаем положение такого объекта в пространстве (по эфемеридам) и его видимое положение (по измерениям с борта КА), то можно определить луч, при нахождении на котором КА наблюдает объект в положении совпадающем с видимым. Наблюдение двух объектов дает два луча, а пересечении двух лучей — пространственное положение КА. Распределение астероидов в Солнечной системе существенно неоднородно, поэтому такой метод навигации эффективен не везде.

23.05-01.467 Грубая оценка местной вертикали и радиуса Земли в задаче корреляционно-экстремальной навигации по изображению Земли. *Гришин В.А. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2, с. 323-331. Рус.*

В поисковых корреляционно-экстремальных навигационных системах необходимо задавать начальный вектор параметров, который используется в качестве стартовой точки для поиска экстремума. На величину допустимых ошибок вектора начальных параметров накладывается условие сходимости

корреляционно-экстремального алгоритма к истинным координатам объекта. В данном случае начальный вектор параметров включает координаты центра Земли на наблюдаемом изображении и радиус видимого диска Земли. В статье рассмотрен алгоритм, позволяющий получить такие оценки.

23.05-01.468 **Высокоточная система навигационно-баллистического обеспечения сверхмалых космических аппаратов.** *Жуков А.О., Харламов Г.Ю., Турлов З.Н., Валяев И.Н., Капоров И.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 332-339. Рус.

Статья посвящена разработке методов и выработке предложений по созданию средств, обеспечивающих достижение предельных точностей систем навигационно-баллистического обеспечения малых космических аппаратов. Ключевые слова: баллистические модели автономного полета сверхмалых космических аппаратов, корреляционно-фазовый пеленгатор, космические аппараты, навигационно-баллистическое обеспечение.

23.05-01.469 **Использование маховиков для управления вектором тяги при перелёте Земля—Луна.** *Машишков Я.В., Ткачёв С.С. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 340-347. Рус.

Реализован алгоритм построения углового движения по заданному вектору тяги и направлению на Солнце. Предложено использование кубического сплайна Эрмита для построения гладкой функции кватерниона ориентации космического аппарата (КА). Рассмотрены два случая: воздействие малого возмущающего момента на КА, а также моделирование работы двигателя СПД-100 с учётом ошибок в направлении вектора тяги. Реализован алгоритм разгрузки маховиков.

23.05-01.470 **Оценка эффективности алгоритма управления приводом солнечных батарей космического аппарата с целью создания моментов для разгрузки электромеханического исполнительного органа системы ориентации и стабилизации.** *Латынцев С.В., Меус С.В., Овчинников А.В., Бабанов А.А. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 348-352. Рус.

Вкратке рассмотрены основные причины возникновения возмущающих моментов и способы их компенсации для космических аппаратов на геостационарной орбите разработки ОАО «ИСС». Показано использование сил солнечного давления для создания моментов сил, проведено сравнение расчётной и реальной экономии топлива.

23.05-01.471 **Исследование процесса распространения когерентного электромагнитного излучения в движущихся средах.** *Гладышев В.О., Портнов Д.И., Кауц В.Л., Терешин А.А. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 2, с. 353-360. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований эффектов, возникающих при прохождении когерентного лазерного излучения через вращающийся диэлектрик. Обнаружены обратимые эффекты поворота плоскости поляризации и углового смещения лазерного луча при частотах вращения от 2 до 200 Гц.

23.05-01.472 **Предисловие.** *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 7-9. Рус.

В течение нескольких лет в Москве проводится уже ставший традиционным ежегодный Международный московский симпозиум по исследованиям Солнечной системы (MS³). Четвёртый симпозиум, прошедший в октябре 2013 г., включал сессию “Solar System Study: Some Milestones”, посвящённую замечательной дате — 80-летию академика М.Я. Марова. В заслушанных докладах ближайших коллег и учеников юбиляра был затронут широкий спектр актуальных проблем, близких его научным интересам. Данный сборник содержит статьи, основанные на докладах, представленных на этой сессии Симпозиума.

23.05-01.473 **О себе и эпохе: исторический экскурс.** *Маров М.Я. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 10-36. Рус.

Недавно завершился мой 80-й оборот вокруг Солнца на планете Земля. За время этого путешествия я получил уникальную возможность расширить представления о природе нашей планеты, её ближайшем космическом окружении — Солнечной

системе и безграничных просторах Вселенной, многое увидеть, узнать и попытаться понять. Судьба распорядилась так, что я оказался на отрезке пространства и времени, когда человечеству открылась возможность выйти в космос, начать его изучать и осваивать. Мне довелось принять самое непосредственное участие в этом поистине историческом свершении в великой стране — Советском Союзе — практически с самых первых шагов, и это ещё один подарок судьбы. Мне посчастливилось заниматься любимой наукой на протяжении долгих лет вместе с коллегами и учениками. Сегодня, — по существу, мой краткий отчёт о том, что удалось сделать, и не по требованию чиновников, а по велению сердца. В отличие от традиционного формата, я хочу начать с благодарностей. Я, конечно, прежде всего, благодарен своим родителям, которые подарили мне жизнь и сделали это крайне своевременно, так что я окончил университет как раз к началу космической эры. Я благодарен своим великолепным учителям, которые раскрыли мне красоту окружающего мира, привили желание его понять и дали необходимые основы знаний, чтобы заниматься фундаментальной наукой и её приложениями, передали свою жизненную позицию, собственное философское отношение к жизни. Я благодарен самым близким людям, окружавшим и окружающим меня на разных этапах жизни, подарившим мне любовь, заботу, преданность — всё то, что составляет основу личного, семейного счастья. Я глубоко признателен своим многочисленным коллегам, в самом тесном сотрудничестве с которыми проводились научные исследования и практические работы, за понимание и поддержку. Пользуюсь также случаем выразить признательность коллективам сотрудников двух великодушных организаций Российской академии наук, где мне довелось работать, — Институту прикладной математики им. М.В. Келдыша (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) и Институту геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского (ГЕОХИ).

23.05-01.474 **Современные проблемы лунных исследований.** *Шевченко В.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 37-70. Рус.

Более полувека тому назад для преодоления порога второй космической скорости была создана и испытана более мощная ступень ракеты-носителя. Это открыло эру полётов к Луне и планетам Солнечной системы. Новый этап в исследованиях Солнечной системы начался с запуском космической станции «Луна-1», осуществлённым 2 января 1959 г. Достигнув второй космической скорости, станция прошла на расстоянии около 6 тыс. км от Луны, превратившись в первую искусственную планету. Космическая эра исследований Луны обеспечила получение огромного объёма новой информации о естественном спутнике Земли, которая во много раз качественно и количественно превысила всё известное, полученное ранее из наземных телескопических наблюдений. Ключевые слова: Луна, космические исследования Луны, гравитационные аномалии Луны, палеомагнетизм Луны, лунная экзосфера, экзовещество на Луне, мегабассейны Луны, современные процессы на Луне.

23.05-01.475 **50 лет сотрудничества России и США в изучении Луны: дорожная карта на будущее.** *Скотт Д.Р., Хед Д.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 71-88. Рус.

The Earth's Moon holds fundamental clues to the earliest history of the Solar System and the formative years of planetary geological and geodynamic evolution. Exploration of the Moon has revealed significant information about Earth's origin and evolution, from the earliest years of our Home Planet to clues about what it will be like in the future. Due to its relative proximity to the Earth, the Moon has served as a test bed to formulate global scientific questions, design scientific experiments to address these questions, develop engineering exploration capabilities to obtain the critical data, construct exploration strategies to undertake integrated exploration programs, undertake off-Earth human exploration capabilities and strategies, and formulate the bottom-up Science and Engineering Synergism (SES) that provides optimal scientific return. We review the steps in the development of these scientific exploration capabilities, show their optimization in the Apollo Lunar Exploration Program, and outline how Science and Engineering Synergism can lead to fundamental new engineering capabilities and scientific discoveries for future human and robotic

exploration of the Moon.

23.05-01.476 Ограничения на тепловой режим и содержание урана в веществе Луны для модели магматического океана с условиями частичного плавления мантийного вещества в окрестности ядра. *Кронрод Е.В., Кронрод В.А., Кусков О.Л. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 89-101. Рус.

Методами математического моделирования исследованы ограничения на тепловой режим и содержание урана в веществе Луны для модели магматического океана с условиями частичного плавления мантийного вещества в окрестности ядра. Для решения обратной задачи по определению области допустимых температур, мощности тепловых источников (концентрации урана) и тепловых потоков с поверхности Луны, удовлетворяющих геофизическим и геохимическим ограничениям, использованы методы конверсии скоростей сейсмических Р-, S-волн и одномерная стационарная модель теплопроводности. Определён спектр моделей Луны, удовлетворяющих температурным условиям подплавления мантийного вещества в окрестности ядра. Максимальная величина теплового потока из верхней мантии составляет 3,8–4,7 мВт/м². На основе этих и литературных данных оценены верхние пределы значений полного теплового потока с поверхности (7–8 мВт/м²), что в 2–3 раза меньше величин теплового потока по данным измерений экспедиций «Аполлон-15 и -17». Валовые содержания урана в веществе Луны в рамках предлагаемой модели (~19 ppb) близки к концентрациям в примитивной мантии Земли.

23.05-01.477 Исследование Венеры космическими миссиями: от "Венеры-4" к "Венере-Д". К 80-летию со дня рождения академика М. Я. Марова. *Засова Л.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 102-116. Рус.

Кратко описывается история космических исследований Венеры, и прежде всего — достижения советских аппаратов серии «Венера». Подчёркивается большая роль академика М.Я. Марова в изучении Венеры и её атмосферы. Обсуждается также современное состояние исследований после успешного завершения миссии ЕКА Венера-Экспресс. Формулируются задачи, стоящие в настоящее время в изучении Венеры, и роль, которую может сыграть в их решении будущая Российская миссия Венера-Д. Ключевые слова: Венера, космические миссии к Венере, проект Венера-Д, научные задачи.

23.05-01.478 Исследования Марса на рубеже веков. *Кораблёв О.И. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 117-154. Рус.

Обсуждаются основные вехи исследований Марса от ранних миссий до современного состояния и их результаты. С другой стороны, научные результаты обсуждаются со стороны применяемых методов измерения и соответствующих приборов. Приводятся оценки перспективности различных методов в дальнейших исследованиях. Перечислены также планируемые миссии к Марсу. Ключевые слова: Марс, космические исследования, атмосфера Марса, поверхность Марса, климат Марса, история Марса, дистанционные методы, аналитические методы.

23.05-01.479 Вода и жизнь на Марсе. *Митрофанов И.Г. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 155-167. Рус.

Обсуждается проблема зарождения жизни на планетах солнечной системы с учётом новых результатов космических исследований, связанных с возможным наличием природных резервуаров жидкой воды на поверхности раннего Марса. Ключевые слова: планетные исследования, Марс, вода, зарождение жизни, биосфера.

23.05-01.480 Сейсмическая модель Марса: эффекты гидратации оливина, вадслеита и рингвудита в мантии Марса. *Жарков В.Н., Гудкова Т.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 168-191. Рус.

Приводятся аргументы, согласно которым содержание следов воды в мантии Марса больше, чем в мантии Земли. В работах — (Мао et al., 2010, 2011, 2012) экспериментально изучалось влияние следов H₂O на упругие свойства и скорости продольных VP и поперечных VS волн в форстерите (оливине) и его фазо-

вых модификациях — вадслеите и рингвудите. Как в мантии Земли, так и в мантии Марса эти минералы составляют ~60 вес. %, и в этом смысле они являются основными составляющими в своих зонах. В мантии Земли молекулярная концентрация Fe составляет ~10%, а в мантии Марса ~20%. В данной работе результаты, полученные в указанных статьях, экстраполировались к марсианским значениям. Отмечено, что прямым указанием на наличие следов воды в мантии Марса может быть эффект заметного расширения зоны фазового перехода от оливина к вадслеиту. Этот эффект не «зашумлён», например, таким эффектом как неупругость среды. Предполагается, что со временем сейсмические методы внесут свой вклад в проблему оценки содержания воды в мантии Марса.

23.05-01.481 Древние вулканические типы рельефа Марса, Венеры, Меркурия и Луны. Происхождение, морфология, возраст. *Пугачёва С.Г., Шевченко В.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 192-212. Рус.

Рассматриваются основные морфологические особенности вулканических форм рельефа на поверхности планет земной группы и Луны. Вулканические формы рельефа планет представляют собой реликтовые древние щитовые вулканы, образования вулканических гор, лавовые затопления различных видов и масштабов, радиальноконцентрические разломы. Приведён подробный анализ морфологии и структуры вулканических и тектонических формаций рельефа Марса. По материалам съёмки поверхности Марса космическими аппаратами построены гипсометрические высотные профили вулканов, а также измерена крутизна склонов вулканических построек Марса. Рассмотрены основные периоды формирования вулканического рельефа и активизации тектонических процессов. Приводятся сведения о возрасте вулканических построек и лавовых полей. В статье также приводятся примеры уникальных форм вулканического рельефа других планет земной группы и Луны. Ключевые слова: планеты земной группы, Луна, вулканические формы рельефа, морфология, тектонические разломы, лавовые поля.

23.05-01.482 Оценка абсолютного возраста ударных кратеров Луны, Меркурия и Марса по степени их морфологической выраженности. *Базилевский А.Т. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 213-228. Рус.

Обсуждаются результаты и перспективы исследований, посвящённых оценкам абсолютного возраста малых ударных кратеров Луны, Меркурия и Марса по степени их морфологической выраженности и размерам. Показано, что для малых кратеров Луны таким методом можно получать адекватные оценки их абсолютного возраста: сотни миллионов лет для кратеров диаметром в десятки метров и 2–4 млрд лет для кратеров диаметром несколько сотен метров. Точность этих оценок невелика, но в результате дополнительных исследований может быть улучшена. Этот метод, по-видимому, можно будет применять и для полукосмических оценок абсолютного возраста малых кратеров Меркурия и, в более ограниченной степени, для кратеров Марса, но это также требует проведения дополнительных исследований. Ключевые слова: ударный кратер, абсолютный возраст, Луна, Меркурий, Марс.

23.05-01.483 Спутники Марса. Проблема пыли. *Захаров А.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 229-241. Рус.

Статья посвящена современным представлениям о динамике пылевых частиц, входящих в состав реголита спутников Марса — Фобоса и Деймоса. Рассмотрение основано на разработанных моделях воздействия ультрафиолетового и корпускулярного излучений, а также межпланетных микрометеороидных потоков на поверхность безатмосферных тел. Частицы реголита микронного и субмикронного размеров в результате воздействия УФ-излучения Солнца и фотозмиссии электронов могут приобретать положительный заряд и подниматься над поверхностью. Динамика этих частиц зависит от многих факторов. В результате частицы пыли могут перемещаться над поверхностью, а при приобретении достаточного количества энергии — покидать родительское тело (Фобос или Деймос). Такие частицы вместе с пылевыми частицами, выбитыми из поверхности

марсианских спутников при микрометеоритных ударах, формируют пылевой тор вблизи орбит Фобоса и Деймоса. В статье приводится краткий обзор механизмов формирования и динамики пылевых частиц этого тора. Также в статье обсуждаются попытки прямых наблюдений пылевых колец спутников Марса оптическими методами, которые, впрочем, пока не смогли достичь требуемой чувствительности для регистрации тора. Другой подход к доказательству существования гипотетических марсианских пылевых поясов основывается на возмущениях солнечного ветра, проходящего через сгущение заряженных пылевых частиц около орбит Фобоса и Деймоса. С этой целью использовались данные космических аппаратов (КА) «Фобос-2», Mars Global Surveyor, Mars Express. Однако прямых доказательств существования пылевого тора вблизи орбит Фобоса и Деймоса до сих пор нет. Приводятся обоснования необходимости регистрации пылевых частиц в окрестностях Марса прямыми методами. Ключевые слова: спутники Марса, Фобос, Деймос, пылевые частицы, динамики пыли, пылевой тор.

23.05-01.484 Возвращение к архивным материалам телевизионных экспериментов миссий Венера: гипотетические флора и фауна планеты. Ксанфомалити Л.В., Селиванов А.С., Гектин Ю.М., Аванесов Г.А. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 242-269. Рус.

Уникальные архивные материалы телевизионных исследований поверхности Венеры, выполненных в миссиях ВЕНЕРА в 1975 и 1982 гг., были заново обработаны современными средствами, что значительно улучшило их детализацию. Обнаружены многочисленные объекты, обладающие сложной регулярной структурой и, возможно, очень медленными движениями. Объекты обладают заметными размерами и могут быть признаками существования жизни на планете. Приведён обзор результатов поиска и отождествления гипотетических объектов флоры и фауны Венеры. Обнаруженные и идентифицированные гипотетические объекты в значительной мере исчерпывают соответствующий потенциал имеющихся телевизионных (ТВ) изображений. Сделан вывод о необходимости безотлагательно выполнения новой специальной миссии для исследования поверхности Венеры, существенно более сложной, чем миссия ВЕНЕРА. Ключевые слова: астробиология, миссия ВЕНЕРА, ТВ-эксперименты, терраморфизм.

23.05-01.485 Газовые оболочки ледяных спутников. Шематович В.И. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 270-310. Рус.

Рассмотрены процессы образования и динамики разреженной газовой оболочки вблизи ледяной поверхности небесного тела, такого как ледяные спутники планет-гигантов, ледяные объекты пояса Койпера и другие. В случае массивных ледяных спутников планет-гигантов, таких, например, как Ганимед и Европа, возможно образование разреженной экзосферы с относительно плотным приповерхностным слоем. Основная родительская компонента данной газовой оболочки — пары воды, попадающие в атмосферу за счёт процессов тепловой дегазации, нетеплового радиолиза и других активных процессов и явлений на ледяной поверхности спутника. Обсуждается численная кинетическая модель для исследования на молекулярном уровне процессов образования, химической эволюции и динамики преимущественно H_2O и O_2 -доминантных разреженных газовых оболочек вокруг ледяных небесных тел. Процессы ионизации в таких разреженных газовых оболочках протекают в результате воздействия ультрафиолетового излучения Солнца, плазмы солнечного ветра и/или магнитосферной плазмы. Химическое разнообразие газовой оболочки ледяного спутника возникает вследствие первичных процессов воздействия потоков ультрафиолетовых солнечных фотонов и электронов плазмы на разреженный газ H_2O или O_2 -доминантной атмосферы. Важная роль в формировании химического разнообразия в газовой оболочке принадлежит химии ионизации, включающей ион-молекулярные реакции, диссоциативную рекомбинацию молекулярных ионов и реакции перезарядки с магнитосферными ионами. Представленная модель использовалась для расчётов образования и развития химического разнообразия в разреженной газовой оболочке у поверхности спутника Юпитера Европа и спутника Сатурна Энцелад. Выполнены сравнения

результатов расчётов с данными наблюдений при помощи космического телескопа «Хаббл» и космического аппарата NASA Cassini.

23.05-01.486 К магнитогидродинамическому моделированию структуры и эволюции турбулентного аккреционного диска протозвезды. Колесниченко А.В. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 311-348. Рус.

В рамках основной проблемы космогонии, связанной с реконструкцией условий в солнечном протопланетном диске на самых ранних этапах его существования, сформулирована в приближении одножидкостной гидродинамики замкнутая система МГД (магнитогидродинамических) уравнений масштаба среднего движения, предназначенная для постановки и численного решения различных задач по взаимосогласованному моделированию структуры и эволюции диска и связанной с ним короны. Проанализировано влияние на формирование структуры диска как осесимметричного магнитного поля протозвезды, так и крупномасштабного поля, порождаемого механизмом турбулентного динамо. Разработан новый подход к моделированию коэффициентов турбулентного переноса в слабо ионизованном диске, позволяющий учитывать эффекты обратного влияния сгенерированного магнитного поля и процессов конвективного переноса тепла на развитие турбулентности в стратифицированном слое конечной толщины и, тем самым, отойти от широко используемого в астрофизической литературе α -формализма Шакура и Сюняева. Обсуждается модель тонкого (но оптически толстого) некеплеровского диска, учитывающая диссипацию турбулентности за счёт кинематической и магнитной вязкости, непрозрачность среды, наличие аккреции из окружающего пространства, воздействие турбулентного $\alpha\omega$ -динамо на генерацию магнитного поля, магнитное силовое и энергетическое взаимодействие между диском и его короной и т.п. Предпринятое исследование является продолжением стохастико-термодинамического подхода к описанию турбулентности астрогеофизических систем, развиваемого автором в серии работ — (Колесниченко, 2000, 2001, 2003, 2004, 2005; Колесниченко, Маров, 2006, 2007, 2008; Marov, Kolesnichenko, 2002, 2006). Ключевые слова: осреднённые магнитогидродинамические уравнения, развитая МГД-турбулентность, протопланетные диски.

23.05-01.487 К моделированию процесса агрегации пылевых фрактальных кластеров в протопланетном ламинарном диске. Колесниченко А.В., Маров М.Я. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 349-385. Рус.

Применительно к проблеме формирования планетезималей в солнечном протопланетном облаке, с учётом фрактальных представлений о свойствах пылевых кластеров, развита эволюционная гидродинамическая модель образования и роста рыхлых пылевых агрегатов в аэродисперсной среде ламинарного диска, которая изначально состояла из газа и твёрдых частиц (суб)микронных размеров. Показано, как в процессе кластер-кластерной коагуляции происходит частичное их слияние с образованием крупных фрактальных агрегатов, являющихся основным структурообразующим элементом рыхлых протопланетезималей, возникающих в результате протекания физико-химических и гидродинамических процессов, сходных с процессами роста фрактальных кластеров. В отличие от ряда классических исследований, в которых моделирование проводилось в рамках «обычной» сплошной среды и где зачастую не принималась во внимание многофракционность пылевой составляющей протопланетного облака, а также фрактальная природа формирующихся в процессе его эволюции пылевых кластеров, предлагается рассматривать совокупность рыхлых пылевых агрегатов как особый тип сплошной среды — фрактальной среды, в которой существуют точки и области, не заполненные частицами. Гидродинамическое моделирование подобной среды, обладающей нецелой массовой размерностью, предлагается проводить в рамках дробно-интегральной модели (записанной в дифференциальной форме), использующей для учёта фрактальности дробные интегралы, порядок которых определяется фрактальной размерностью дисковой среды.

23.05-01.488 Формирование небесных тел со спутни-

ками на стадии разреженных сгущений. *Ипатов С.И. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 386-399. Рус.*

Рассматривается модель формирования транснептуновых объектов со спутниками из разреженных сгущений-препланетезималей. Получено, что моменты количества движения при столкновениях частично сжавшихся препланетезималей, двигавшихся до столкновений по круговым гелиоцентрическим орбитам, при соответствующем сжатии имеют те же значения, что и моменты количества движения наблюдаемых транснептуновых объектов и астероидов со спутниками. Показано, что моменты количества движения, которые использовались в расчётах Д. Несворного с коллегами в качестве исходных данных при моделировании сжатия препланетезималей, приводящего к формированию спутниковых систем, могут быть получены при столкновениях двух препланетезималей, двигавшихся до столкновений по круговым гелиоцентрическим орбитам. Эти исследования свидетельствуют в пользу формирования транснептуновых объектов со спутниками на стадии разреженных препланетезималей. Число столкновений сгущений, при которых вновь образовавшееся сгущение с массой, как у твёрдого тела диаметром $d > 100$ км, приобретало достаточно большой момент количества движения, необходимый для образования спутниковой системы, может равняться числу малых тел с $d > 100$ км со спутниками, образовавшимися на таком же расстоянии от Солнца, что и сгущения. Иначе говоря, доля сгущений, образовавшихся при таких столкновениях, среди всех сгущений может составлять около 0,3 в транснептуновом поясе. Большинство разреженных преастероидов могли превратиться в твёрдые астероиды, прежде чем они столкнулись с другими преастероидами. Модель столкновений препланетезималей объясняет отрицательные моменты некоторых наблюдаемых спутниковых систем, так как при 20% столкновений препланетезималей, двигающихся по круговым орбитам, угловые моменты отрицательны. Для того чтобы получить момент количества движения такой же, как у системы Земля—Луна, достаточно столкновения двух одинаковых сгущений-препланетезималей размером со сферу Хилла и общей массой в 0,1 массы Земли.

23.05-01.489 Стрoение, состав и условия образования каменно-ледяных планетезималей во внешнем регионе околосолнечного газопылевого протопланетного диска: ограничения для моделей. *Дорофеева В.А. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 400-424. Рус.*

Особенности эволюции ранней Солнечной системы привели к тому, что в объектах внешней её части — в планетах-гигантах и их спутниках, в кометах разных типов, в объектах пояса Койпера — оказались сосредоточены основная планетарная масса (более 95%) и угловой момент системы. Все эти объекты образовались в основном на стадии газопылевого диска, т. е. в первые 10 млн лет эволюции Солнечной системы (Meurer et al., 2006). Впоследствии они оказали существенное влияние на образование внутренних каменных планет, и, прежде всего, на появление на этих планетах летучих компонентов. Поэтому анализ процессов, происходивших во внешней части околосолнечной небулы, важен, в том числе, и для понимания происхождения и эволюции Земли, возникновения жизни как на нашей планете, так, возможно, в каких-то примитивных формах и на других космических телах. В формировании тел внешней части Солнечной системы значительную роль играли каменно-ледяные планетезимали. В них, наряду с каменной компонентой, были аккумулярованы летучие соединения, состав которых во многом определил состав тех тел, в которые впоследствии эти планетезимали вошли. В представленной работе на основе космохимических данных предпринята попытка охарактеризовать свойства, строение и составы каменно-ледяных планетезималей в зависимости от времени и региона их образования и выявить на этой основе некоторые важные ограничения на модели образования и эволюции тел во внешнем регионе ранней Солнечной системы.

23.05-01.490 Условия образования регулярных спутников в аккреционных дисках Юпитера и Сатурна. *Ма-*

калкин А.Б., Дорофеева В.А. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 425-455. Рус.

Построены модели протоспутниковых дисков вокруг Юпитера и Сатурна на стадии образования регулярных спутников с учётом современных космохимических и физических ограничений. Для моделей диска Юпитера важнейшим ограничением является резкий перепад в массовом соотношении лёд/порода между Европой и Ганимедом. Для моделей диска Сатурна важное ограничение — обилие и изотопный состав азота в атмосфере Титана и крайне незначительное содержание в ней нерадиоактивных инертных газов. Диски вокруг Юпитера и Сатурна моделируются как аккреционные, с малой массой газа и накоплением твёрдого вещества в зародышах спутников. Учитываются нагрев дисков вязкой диссипацией турбулентных движений, аккреция на диски вещества из окружающей зоны солнечной небулы, излучение центральных планет. Исследовано влияние на термические условия в аккреционных дисках комплекса входных параметров модели: потока массы вещества, падающего на диск, турбулентной вязкости, непрозрачности вещества, центробежного радиуса диска. Построенные модели позволяют ограничить область вероятных значений входных параметров на стадии образования регулярных спутников, прежде всего, потоков массы на диски Юпитера и Сатурна и, в меньшей степени, непрозрачности вещества дисков. Выполнены оценки, позволяющие наложить ограничения на положение внешней границы для областей образования крупных спутников Юпитера и Сатурна. Показано, что Каллисто и Титан едва ли могли образоваться на значительно больших расстояниях от своих планет.

23.05-01.491 Спектральные свойства Европы, Ганимеда и Каллисто как индикаторы процессов окружающей среды. *Бусарев В.В. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 456-478. Рус.*

Представлены результаты наземной спектроскопии ледяных галилеевых спутников Юпитера — Европы, Ганимеда и Каллисто, выполненной на 1,25-метровом телескопе с ПЗС-спектрометром Крымской лаборатории ГАИШ МГУ в диапазоне 0,4—0,92 мкм. Полученные спектры отражения спутников в основном согласуются с аналогичными данными предшествующих наземных наблюдений, а также исследований с помощью космических аппаратов Voyager и Galileo (NASA). Осуществлена идентификация новых слабых полос поглощения (с относительной интенсивностью ~3—5%) в спектрах отражения этих тел с учётом лабораторных данных. Обнаружены особенности, которые в основном соответствуют адсорбированному в водяной лёд молекулярному кислороду, возникшему при радиационной имплантации ионов O⁺ из магнитосферы Юпитера в поверхностное вещество спутников. В то же время в спектрах отражения Ганимеда и Каллисто обнаружены признаки разновалентных форм железа (Fe²⁺ и Fe³⁺), типичные для гидратированных силикатов, а на Европе — признаки адсорбированного в водяной лёд метана, предположительно, эндогенного происхождения. Проведено сравнение спектров отражения ледяных галилеевых спутников со спектрами отражения астероидов 51 Немаузы (С-тип) и 92 Ундины (Х-тип). Ключевые слова: ледяные галилеевы спутники Юпитера, спектры отражения в видимом диапазоне, адсорбированные молекулярные кислород и метан, силикаты и гидросиликаты.

23.05-01.492 Газовые оболочки у экзопланет типа горячий юпитер. *Бисикало Д.В., Кайгородов П.В. Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3, с. 479-491. Рус.*

Горячие юпитеры, т.е. экзопланеты, имеющие массу, сравнимую с массой Юпитера, и большую полуось орбиты, не превышающую 0,1 а.е., являются уникальным классом объектов, поскольку на формирование их газовых оболочек сильное влияние оказывает притяжение родительской звезды. Атмосферы планет такого типа, как правило, заполняют свою полость Роша, что приводит к мощному истечению вещества от планеты к звезде. Энергетика этого процесса столь велика, что именно он является определяющим в формировании газовых оболочек. Из представленных аналитических оценок и результатов трёхмерных расчётов следует, что газовые оболочки горячих юпитеров могут быть существенно несферическими, оставаясь при этом стационарными и долгоживущими. Представленные результа-

ты являются принципиально важными для интерпретации наблюдательных данных, так как асимметрия оболочки требует привлечения новых подходов к оценке свойств атмосфер горячих юпитеров.

23.05-01.493 Орбитальные резонансы в солнечной и экзопланетных системах. *Шевченко И.И.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 3, с. 492-512. Рус.

Рассмотрены современные проблемы резонансной орбитальной динамики тел Солнечной и экзопланетных систем. Анализируемые экосистемы включают мультипланетные системы (системы с двумя или большим числом планет) и планетные системы двойных звёзд. Описаны теоретические методы и критерии для выявления устойчивости или неустойчивости различных планетных конфигураций.

23.05-01.494 Радиотомография ионосферы с помощью системы микро/наноспутников. *Андреевский С.Е., Кузнецов В.Д., Синельников В.М., Ружин Ю.Я.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 9-15. Рус.

Предложена инверсная геометрия организации радиотомографического спутникового зондирования ионосферы с использованием сигналов системы наземных передатчиков. Основными достоинствами инверсной схемы радиотомографии ионосферы является полный контроль над работой системы (при самостоятельном разворачивании цепочек наземных передатчиков), упрощение интеграции приёмника в состав малого космического аппарата, а также низкая стоимость развёртывания и обслуживания наземной сети радиомаяков. Приведены технические характеристики предлагаемых наземных и спутниковых модулей аппаратуры для радиотомографии ионосферы.

23.05-01.495 Измеритель параметров ионосферной плазмы при помощи наноспутников (ИПИП—нс) (Предложение эксперимента). *Афонин В.В., Кашкаров И.А., Петрукович А.А., Потемкин С.А., Каримов Б.Т., Рожков Л.С.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 16-27. Рус.

Описываются предложения по разработке комплекта научной аппаратуры для исследования ионосферной плазмы Земли прямыми локальными методами при помощи наноспутников, направленные на решение широкого круга научных задач по исследованию структуры и динамики ионосферы. Аппаратура состоит из пяти различных ионосферных датчиков и электроники, обеспечивающей связь с системами космического аппарата с минимизированными требованиями по управлению, и оформлена в виде модуля, являющегося лицевой панелью наноспутника, с массой 900 г, габаритами 165×165×70 мм и потреблением 5 Вт. По сравнению с применяемой в мировой практике аппаратурой, модуль позволяет измерять наиболее полный перечень параметров электронной и ионной компонент ионосферной плазмы.

23.05-01.496 Использование низковысотных группировок наноспутников для изучения геофизических полей: опыт участия в проекте QB50. *Белоконов И.В., Тимбай И.А., Устюгов Е.В.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 28-36. Рус.

В 2016 г. впервые в мире предполагается развёртывание системы мониторинга термосферы Земли, основанной на использовании 50 космических аппаратов нанокласса, соответствующих стандарту CubeSat 2U-3U. В работе описывается наноспутник трансформируемой конструкции SamSat QB50, разработанный в Самарском государственном аэрокосмическом университете в рамках международного проекта QB50 и являющийся элементом спутниковой группировки, предназначенной для мониторинга термосферы Земли. Выбранная оригинальная конструктивная схема наноспутника позволяет с минимальными затратами энергии обеспечить требуемую ориентацию. Приведены технические характеристики научной аппаратуры. Изложен методический подход к формированию облика низковысотного наноспутника стандарта CubeSat, основанный на вероятностной постановке задачи.

23.05-01.497 Возможности по созданию компактного телескопа-спектрометра жёсткого рентгеновского

диапазона для изучения солнечных вспышек на малоразмерных космических платформах. *Вогачев С.А., Зимовец И.В., Кириченко А.С., Кузин С.В., Струминский А.Б.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 37-46. Рус.

Малые космические платформы представляют собой особый тип космических аппаратов (КА), которые отличаются от больших КА не только размером, но и организацией работ. В частности, на такие платформы не распространяются многие ограничения, которыми «связаны» разработчики больших спутников. Это позволяет существенно снизить стоимость и время разработки, а также даёт возможности по более глубокой взаимной интеграции научного прибора и спутника. В настоящее время за рубежом при поддержке НАСА активно развивается направление CubeSat (кубсат). В нашей стране в последние годы также появился ряд разработчиков, представляющих схожие технологии и имеющих возможности по выводу в космос приборов с массой до 10–15 кг. Некоторые из этих организаций имеют практический опыт использования своих платформ в космосе. В статье рассматривается вопрос о возможности использования микрои наноспутников для проведения наблюдений Солнца в жёстком рентгеновском диапазоне.

23.05-01.498 Миниатюризация радиоэлектронной аппаратуры и создание микроспутников. *Бойкачев В.Н., Хоменко В.В.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 47-53. Рус.

Показаны возможности создания микроспутников разного назначения, возникающие в результате миниатюризации бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического применения. Ключевые слова: микроспутники, бортовая радиоэлектронная аппаратура, миниатюризация.

23.05-01.499 Варианты построения бортовых антенно-фидерных устройств для малых космических аппаратов. *Бочаров В.С., Генералов А.Г., Гаджиев Э.В., Алексеева Н.С.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 54-60. Рус.

Рассмотрены варианты построения бортовых антенно-фидерных устройств для малых космических аппаратов. Описаны варианты использования как определённых типов антенн для построения миниатюрной антенной системы малого космического аппарата (спиральные антенны, микрополосковые антенны), так и отдельных элементов конструкции самих космических аппаратов в качестве бортовых антенн (гравитационная штанга, солнечные батареи).

23.05-01.500 Реализация международного университетского микроспутника "Кондор". *Врезов О.М., Жданов П.А.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 61-76. Рус.

Рассматриваются особенности реализации международного университетского микроспутника «Кондор». Предлагаемый международный проект призван обеспечить разработку новой генерации космических приборов и спутников для комплексного наблюдения атмосферы и ионосферы, которые позволят получить новые фундаментальные результаты в области геофизики и космической физики. Проект имеет учебно-научную направленность, обусловленную участием студентов и молодых учёных России, Тайваня и Мексики, которые при создании спутника смогут получить необходимую классическую подготовку по профильным дисциплинам. В статье приведены основные особенности проекта, назначение и ключевые параметры спутника, описание научного комплекса, состав научных приборов, их назначение и основные характеристики. Ключевые слова: ионосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера, магнитосфера, космическая погода, космические приборы, инженерные науки, микроспутник, синергетические системы с распределённой архитектурой, сложные технические системы.

23.05-01.501 Исследования авроральных характеристик и высотноширотной структуры эмиссий верхней атмосферы и ионосферы Земли с использованием метода пространственных реконструкций изображений, полученных с высоты орбиты перспективного микроспутника. *Доброленский Ю.С., Козелов Б.В., Кузьмин А.К., Лягов А.Н., Маслов И.А., Мёрзлый А.М.,*

Пулинец С.А., Черноус С.А. *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 77-90. Рус.

Исследования и диагностика процессов, происходящих в полярной ионосфере Земли, становятся всё более актуальными, так как влияние этих процессов на изменения параметров космической погоды в околоземном пространстве отражается на качестве и надёжности функционирования технологических систем. Использование платформ микроспутников, оснащённых служебными системами нового поколения, для установки соответствующей диагностической аппаратуры и проведения измерений этих параметров является реальной альтернативой дорогостоящим космическим проектам на крупных космических аппаратах. Ключевые слова: аврора, полярная ионосфера, мелкомасштабные структуры, пульсирующие формы, орбитальная диагностика, микроспутник, имаджер, реконструкция изображений, фоновое-спектральная обстановка.

23.05-01.502 Проект микроспутник "Чибис-М". Опыт создания и реализации. *Зелёный Л.М., Климов С.И., Ангаров В.Н., Назаров В.Н., Родин В.Г., Суханов А.А., Батанов О.В., Готлиб В.М., Каможный А.В., Каредин В.Н., Козлов В.М., Козлов И.В., Эйсмонт Н.А., Ледков А.А., Новиков Д.И., Корепанов В.Е., Боднар Л., Сегеди П., Ференц Ч., Папков А.П. и др.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 91-118. Рус.

Институтом космических исследований Российской академии наук, Ракетно-космической корпорацией «Энергия» и соисполнителями разработан и реализован комплекс работ, позволивший создать экспериментальную космическую платформу для вывода на орбиту микроспутников (МС) с использованием инфраструктуры Российского сегмента Международной космической станции (МКС). В рамках этой работы впервые разработано универсальное транспортно-пусковое устройство для запуска МС с массой 40—50 кг; впервые отработана схема увеличения высоты орбиты грузового корабля «Прогресс» для вывода МС на орбиту после выполнения им основной задачи — доставки грузов на МКС, что обеспечило значительный экономический эффект; разработан полнофункциональный МС-комплекс; отработаны циклы его испытаний и схемы управления полётом космического аппарата, которые могут быть использованы для будущих проектов; создана наземная экономичная инфраструктура сбора и накопления данных, использующая обычные интернет-каналы. Полученные результаты позволяют обеспечить значительную экономию средств при разработке народнохозяйственных, военных и научных МС, их запуске и управлении. В рамках проекта на базе микроспутникового комплекса был разработан космический аппарат, получивший название «Чибис-М», для исследования физики высотных грозных разрядов в широком спектре электромагнитных излучений. Микроспутник успешно проработал весь срок баллистического существования (2 года 8 месяцев) и дал ценную информацию о тонкой структуре молниевых разряда, о перколяционных процессах, происходящих при подготовке и во время самого разряда, позволил оценить высоту возникновения разрядов и рассмотреть дискретные механизмы, происходящие в грозном облаке. Полученные данные доступны на сервере ИКИ РАН всем российским и зарубежным исследователям, участвовавшим в проекте. Основные результаты работы опубликованы. Ключевые слова: грозные разряды, верхняя атмосфера, гамма-радиоультрафиолетовое рентгеновское излучение, пробой на убегающих электронах, микроспутник, бортовая научная аппаратура.

23.05-01.503 Экспериментальный образец целевого оборудования научно-технологического наноспутника. *Инчин А.С., Шпади Ю.Р., Лозбин А.Ю., Шпади М.Ю., Инчин П.А., Аязбаев Г.М., Выкаев Р.Ж., Майлибаева Л.И.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 119-127. Рус.

Приводится описание экспериментального образца целевого оборудования научно-технологического космического аппарата (далее — экспериментальный образец). Экспериментальный образец был создан в Институте космической техники и технологии в рамках проекта «Разработать научно-методическое и технологическое обеспечение для создания, испытаний и эксплуа-

тации целевого оборудования научно-технологического космического аппарата (НТКА)» республиканской бюджетной программы «Прикладные научные исследования в области космической деятельности». Приводится описание научных и технологических задач экспериментального образца, краткое описание технических и программных средств, входящих в его состав и служащих для полноценного исполнения научных и технологических задач, поставленных перед этим оборудованием. Ключевые слова: наноспутник, полезная нагрузка, магнитное поле Земли, полное электронное содержание в ионосфере.

23.05-01.504 О возможности использования наблюдений с малых спутников и численных моделей для мониторинга отклика атмосферы на внешнее воздействие. *Криволицкий А.А., Кужолева А.А., Вьюшкова Т.Ю., Черепанова Л.А., Гарипов Г.К.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 128-140. Рус.

Предлагается концепция исследования и мониторинга солнечно-атмосферных связей, основанная на непрерывных измерениях потоков солнечной электромагнитной радиации и корпускулярных потоков различной природы, состава атмосферы, которые могут оперативно вводиться в имеющиеся глобальные численные модели атмосферы Земли. Это позволит осуществлять также прогноз изменений режима атмосферы, её динамики в диапазоне высот 10—130 км, создаст новые возможности для изучения механизмов солнечно-атмосферных связей. В настоящее время пока нет отечественных спутниковых измерений солнечной электромагнитной радиации, которые необходимы для решения этой задачи. В работе приводится краткий обзор состояния вопроса по разделам: введение, спутниковые измерения солнечной радиации и корпускулярных потоков, использование численных моделей для исследования отклика атмосферы на внешнее воздействие, заключение, библиография. Ключевые слова: солнечно-атмосферные связи, цикл солнечной активности, спутниковые наблюдения, атмосферный озон.

23.05-01.505 Создание группировки малых космических аппаратов для осуществления радиационного мониторинга в околоземном космическом пространстве. *Панасюк М.И., Яшин И.В., Брильков И.А., Власова Н.А., Калегаев В.В., Ковтюх А.С., Оседло В.И., Подзолко М.В., Тулунов В.И., Рябиков В.М., Туманов М.В.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 141-153. Рус.

Потоки ионизирующих излучений в околоземном космическом пространстве варьируются на порядки величины, поэтому имеющиеся усреднённые эмпирические модели радиационных поясов Земли не всегда могут служить для оценки радиационных условий на орбитах. НИИЯФ МГУ совместно с НИИЭМ ведут разработку группировки малых спутников для оперативного мониторинга радиационных условий в околоземном космическом пространстве. Несколько малых космических аппаратов должны быть выведены на разные круговые или эллиптические орбиты, измерять пространственно-энергетическое распределение потоков энергичных протонов и электронов в околоземном пространстве и оперативно передавать данные измерений на Землю через спутниковые системы ретрансляции данных. На данном этапе рассматриваются, просчитываются и отбираются оптимальные варианты орбит космических аппаратов группировки, а также состава и размещения измерительной аппаратуры.

23.05-01.506 Применение микро-и наноспутников для исследований внешней магнитосферы и солнечного ветра. *Петрукович А.А., Агафонов Ю.Н., Эйсмонт Н.А.* *Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 154-161. Рус.

За последние 30 лет в России, США, Европе, Китае и Японии были запущены несколько десятков спутников для исследований внешней магнитосферы и солнечного ветра. В этой связи, прежде всего, необходимо определить целесообразно ли использование спутников микро-и нанокласса для продолжения таких исследований, так как они могут иметь на борту только существенно меньший набор аппаратуры. Наиболее перспективным представляется использование такого малого спутника

как «летающего прибора», сопровождающего основной космический аппарат и проводящего только часть измерений, определяемых конкретной научной задачей. Предлагаются две возможные научные задачи по изучению кинетики ионов и электронов во внешней дневной магнитосфере и солнечном ветре. Также сформулированы требования к служебным системам такого космического аппарата.

23.05-01.507 Микроспутниковая платформа ТаблетСат и микроспутник "ТаблетСат-Аврора" на её основе для проведения научных, технологических и образовательных экспериментов в космосе. *Потапов А.В., Карпенко С.О., Попов А.В., Ивлев Н.А., Сивков А.С., Власкин А.Л., Жумаев З.С., Андреев Д.В. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 162-174. Рус.

Статья посвящена микроспутниковой платформе ТаблетСат, а также первому частному российскому микроспутнику «ТаблетСат-Аврора» на её основе разработки компании «СПУТНИКС». Приводятся общее описание микроспутниковой платформы, её основных характеристик и возможностей, а также основные характеристики «ТаблетСат-Авроры». Дается представление об организации работ над аппаратом, стоимости проекта. Представлены основные полученные уроки по результатам проектирования и эксплуатации данного аппарата. Рассказывается о дальнейших планах «СПУТНИКС» по созданию новых микроспутников по технологии ТаблетСат. Ключевые слова: малые аппараты, микроспутниковая платформа, стандарты на электромеханические и информационные интерфейсы, попутная полезная нагрузка, первый частный российский микроспутник, ТаблетСат-Аврора, полученные уроки.

23.05-01.508 Многоточечные измерения параметров плазмы и электромагнитных полей в ионосфере Земли. *Чернышов А.А., Чугункин Д.В., Могилевский М.М., Мочеев И.Л., Ильясов А.А., Вовченко В.В., Пулинец С.А. Механика, управление и информатика.* 2015. 7, № 4, с. 175-184. Рус.

Процессы, происходящие в авроральной ионосфере, носят сложный нелинейный характер. Постоянное изменение параметров, влияющих на ключевые характеристики авроральной ионосферы, затрудняет создание достаточно точной модели для практического применения в рамках классических подходов, описывающей (квази)стационарные явления. Использование фрактального подхода для описания свойств плазмы авроральной области имеет ряд преимуществ — универсальность полученных результатов и независимость от природы возникновения самоподобных структур. Благодаря самоподобию и фрактальности ионосферы достаточно иметь несколько измерений внутри одного характерного масштаба, поэтому необходимо получить ряд одновременных измерений на интервалах от десятков метров до десятков километров для описания пространственно-временного распределения неоднородностей в ионосферной плазме. Небольшие и относительно дешёвые спутники, так называемые кубсаты, будут использоваться для проверки фрактального подхода и для исследований неоднородности ионосферы, в том числе при искусственном нагреве. Спутники будут разнесены на разное расстояние друг от друга, чтобы охватить масштабы от инерционной длины электронов до инерционной длины ионов O^+ . Предлагается на каждом спутнике проводить измерения вариаций плотности плазмы, электрических и магнитных полей.

23.05-01.509 Предисловие к послесловию. Интервью с директором ИКИ РАН, академиком Львом Матвеевичем Зеленым. *Зеленый Л.М.*, с. 5-24. Рус.

23.05-01.510 Луна — от исследований к освоению. *Зеленый Л.М., Митрофанов И.Г.*, с. 25-37. Рус.

Эту статью следует начать с вопроса: можно ли представить себе будущее развитие земной цивилизации без освоения и использования Луны? По нашему мнению, ответом должно быть категорическое «нет». Двойная планетная система Земли и Луны — достаточно уникальный астрономический объект, в котором небольшая по массе планета обладает удивительно массивным спутником на относительно небольшом расстоянии от неё. Есть веские основания полагать, что гигантские приливы, вызываемые Луной, которая 4 миллиарда лет назад находилась

к Земле гораздо ближе, сыграли важную роль в зарождении земной жизни. Сравнительно недавно было установлено, что в реголите лунных полюсов присутствуют льды воды и других летучих соединений, которые попали туда из самых далёких областей Солнечной системы, и, возможно, — из галактической межзвёздной среды. В современной астрофизике накопилось большое число вопросов о происхождении и эволюции Луны, а космические инженеры-проектанты рассматривают наш естественный спутник как космический континент земной цивилизации. Данная статья посвящена описанию начальной фазы лунной программы нашей страны, которая создаст условия для последующих этапов планомерного освоения лунного континента.

23.05-01.511 Сверхдальняя радиоинтерферометрия. *Матвеев Л.И.*, с. 38-69. Рус.

Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) открыла новую страницу астрономии и явилась принципиально новой основой для дальнейшего развития ряда прикладных и фундаментальных направлений науки и техники. Угловое разрешение РСДБ в тысячи раз превышает разрешающую силу лучших оптических инструментов, что позволяет исследовать тонкую структуру компактных объектов: протозвёзд и активных ядер галактик. Угловое разрешение достигает десятка микросекунд дуги, что соответствует углу, под которым видна орбита электрона в атоме водорода с расстояния в один метр. На принципиально новой основе развиваются такие традиционные направления науки как прецизионная астрометрия, геодезия и навигация. В своё время труба Галилея открыла человечеству Солнечную систему, сегодня РСДБ — весь окружающий мир. РСДБ — порождение эпохи освоения космического пространства. В конце 1950-х годов стартуют первые космические ракеты — «Лунники». Необходимо было контролировать траекторию их движения и точку прилунения. По указанию директивных органов ФИАН создаёт в Крымской радиоастрономической станции вблизи Симеиза радиоинтерферометр и определяет прилунение аппаратного контейнера. Работа прошла успешно и получила высокую оценку М. В. Келдыша и С.П. Королёва. Накопленный опыт позволил радиоастрономам создать радиоинтерферометрический треугольник для исследований выбросов солнечной плазмы.

23.05-01.512 На Марс по американским дорогам: как создавался ХЕНД. *Митрофанов И.Г.*, с. 70-104. Рус.

В мае 2015 года нашему институту исполнилось пятьдесят лет. Так получилась, что эти пятьдесят лет разделились на два примерно равных по продолжительности периода — первые двадцать шесть лет мы были ведущим Институтом космических исследований СССР, и вот уже двадцать четыре года мы являемся основным центром российской космической науки. Всё в институте было поразному в эти два периода, разделённых 1991 годом, и трансформация института в постигнувшую нас «эпоху перемен» уже стала историей. Я решил рассказать здесь о небольшом фрагменте этой истории — о событиях, связанных с созданием и реализацией российского эксперимента ХЕНД на борту американского космического аппарата (КА) «Марс Одиссей» (Mars Odyssey). Этот эксперимент возник благодаря возможностям сотрудничества с американцами в космосе, которые открылись для нас в начале 1990-х годов. Он ещё не завершён — прибор уже более тринадцати лет продолжает работать на марсианской орбите, и после его создания американские дороги привели на Луну и на Марс два других наших прибора, созданных на основе приобретённого опыта его разработки. Однако все основные эпизоды истории ХЕНД, вероятно, уже позади. Надеюсь, что читателей заинтересуют описания нашей работы в составе проекта НАСА МАРС ОДИССЕЙ, общие впечатления от встреч и сотрудничества с американскими коллегами. Кроме того, в эту статью включены современные комментарии к описанным событиям, взгляд на них из 2015 года. Дело в том, что «история всегда современна» — так давным-давно учила нас на физфаке ЛГУ профессор-историк Тамара Витальевна Холостова.

23.05-01.513 Экзотическая масс-спектрометрия, возникновение, становление и развитие масс-спектрометрии для исследований в космосе и сопутствующие события. *Манагадзе Г.Г.*, с. 105-149. Рус.

Этот очерк о том, как в Институте космических исследований АН СССР подразделение, состоящее из старшего научного сотрудника, кандидата наук, автора текста и молодого специалиста Серёжи Ляхова, одним из первых в стране стало заниматься активными плазменными экспериментами в космосе с искусственными воздействиями на магнитосферу Земли. Предложенные свежие и оригинальные идеи в области научного приборостроения, их реализация и использование в космосе позволили этому подразделению быстро преобразоваться в новую, полномасштабную молодёжную лабораторию, которая позже совершила общепризнанный прорыв в области космической масс-спектрометрии. Этот процесс не был мгновенным. Инициаторам, идеологам и участникам этой непростой затеи понадобились многие годы упорного труда для того, чтобы в первую очередь самим постичь все премудрости науки о космосе и далее обучить этому многих молодых талантливых ребят, без которых трудно было рассчитывать на успех. Будущий руководитель этого подразделения был принят на работу в ИКИ после окончания аспирантуры в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова и защиты кандидатской диссертации на тему «Лабораторное моделирование взаимодействия солнечного ветра с геомагнитным полем». В процессе обучения в аспирантуре по воле судьбы у него было три знаменитых наставника: профессор Д.А. Франк-Каменецкий, академик В.Д. Рusanов и профессор И.М. Подгорный, и каждый из них в различных научных дисциплинах дал ему очень многое.

23.05-01.514 Вехи космической съёмки. Котцов В.А., с. 150-168. Рус.

Сегодня космические снимки широко используются для решения самых разных задач, включая наблюдение за природой и изучение влияния на неё человека. В интернете на космических снимках каждый теперь может найти свой дачный участок. Ежегодные конференции по дистанционному зондированию Земли, которые организует в нашем институте уже многие годы Е.А. Лупян, — одни из самых крупных — они собирают разных специалистов со всей страны. Но так было не всегда.

23.05-01.515 Битва за марсианское магнитное поле. Вайсберг О.Л., с. 169-181. Рус.

Марс с самого начала был одной из основных целей Советской космической программы. Фридрих Цандер — один из основателей ГИРД1 и конструктор первых отечественных жидкостных ракет в начале 1930-х годов провозгласил лозунг: «Вперёд на Марс!» Для Сергея Павловича Королёва задача достижения Марса тоже была приоритетной: он был автором амбициозного марсианского проекта и конструктором «Марса-1», запущенного 1 ноября 1962 года, к сожалению, переставшего выходить на связь с Землёй после удаления от неё на 106 млн. км. Долгое время Марс был среди целей космической программы СССР, ввиду чего первым большим проектом недавно образованного ИКИ стал МАРС-69.

23.05-01.516 История отдела астрофизики высоких энергий. Сюняев Р.А., Сазонов С.Ю., Лутвинов А.А., Ревнивцев М.Г., Павлинский М.Н., Гильфанов М.Р., Чуразов Е.М., Буренин Р.А., Гребенев С.А., с. 182-201. Рус.

Организация и становление отдела астрофизики высоких энергий ИКИ неразрывно связаны с именем одного из крупнейших физиков, Трижды Героя Социалистического Труда, академика Я.Б. Зельдовича. В начале 1960-х годов он создал в Институте прикладной математики АН СССР отдел теоретической астрофизики.

23.05-01.517 Начала. Безруких В.В., с. 202-208. Рус.

Все события, изложенные в предлагаемых записках, происходили с участием или в присутствии автора.

23.05-01.518 К истории создания и работы отдела космической газовой динамики в ИКИ АН СССР. Баранов В.Б., с. 209-221. Рус.

Где-то в начале 1966 года Президент АН СССР М.В. Келдыш предложил моему учителю академику Георгию Ивановичу Петрову стать директором вновь создаваемого в рамках Академии наук СССР Института космических исследований (ИКИ АН СССР). Георгий Иванович согласился, чем вызвал волне-

ние в рядах сотрудников возглавляемой им Четвёртой лаборатории Научно-исследовательского института тепловых процессов (ныне Научно-исследовательский центр им. М.В. Келдыша), над которой в это время нависла угроза сокращения штатов. Многие надеялись быть приглашёнными Георгием Ивановичем в новый академический институт. Однако такое приглашение получил только я. Это было большой неожиданностью для всех, включая и меня самого. Мне казалось, что невозможно создавать новый коллектив без определённого количества верных тебе людей, на которых можно опереться и которым можешь полностью доверять. Много лет спустя я убедился, что мои предчувствия оказались верными. . . .

23.05-01.519 Война, атомная энергия, физика космоса. Подгорный И.М., с. 222-235. Рус.

Оканчивая школу, я мечтал заниматься физикой и астрономией. Смастерил телескоп и наблюдал движение спутников Юпитера. В городском доме пионеров изготовил электромагнитную пушку, стреляющую патефонными иглоками, за которую получил первую премию на городской выставке.

23.05-01.520 Пятнадцать лет в ИКИ: микроканальные пластины, позиционно-чувствительные детекторы и энергичные нейтральные атомы. Грунтман М.А., с. 236-261. Рус.

В начале июня 1977 года мне домой позвонил мой научный руководитель Владас Брониславович (Бронислово) Леонас. Я только что получил диплом инженера-физика по окончании факультета аэрофизики и космических исследований (ФАКИ) Московского физико-технического института (МФТИ) или Физтеха, как его обычно называют.

23.05-01.521 Незабываемая личность. Бреус Т.К., с. 262-274. Рус.

Константин Иосифович Грингауз был моим шефом в плазменном отделе ИКИ РАН. Личность эта, вообще говоря, историческая, можно сказать, именно он открыл эпоху научных экспериментов в Космосе. Первый научный прибор на первом в мире искусственном спутнике Земли — радиопередатчик, возвестивший миру своим «бип-бип-бип!» начало космической эры, — Грингауз собственными руками установил на спутник перед стартом.

23.05-01.522 Воспоминания разработчика экспериментов и приборов первых планетных миссий ИКИ. Ксанфомалити Л.В., с. 275-278. Рус.

Вскоре после образования ИКИ АН СССР, в 1968-м, в высоких инстанциях были утверждены проекты новой марсианской миссии. Предшествовавшая попытка достичь красной планеты и опуститься на её поверхность завершилась неудачей: первый «Марс» на орбиту спутника Марса не вышел и вообще был потерян где-то на полпути. Новый проект, в целях повышения надёжности, включал целых три аппарата: «Марс-1, -2 и -3». (При запуске один из них был потерян, оставшиеся назывались «Марс-2» и «Марс-3».) В 1969 году доктор физико-математических наук В. Мороз был назначен главой лаборатории планет в отделе астрофизики И.С. Шкловского, только что переведённого из ГАИШ МГУ в ИКИ. Помимо В. Мороза, в лаборатории было всего два человека, причём один из них присутствовал «виртуально». Лаборатория взялась за три эксперимента по исследованию Марса: фотометрия в оптической области спектра; «СО₂-альтиметр» — измерение поглощения в инфракрасных двухмикронных полосах СО₂; измерение теплового излучения малых участков поверхности планеты. Все эти устройства входили в комбинированный прибор ФКМ. Кроме того, силами ГАИШ готовился эксперимент по измерению содержания водяного пара в атмосфере планеты. Идею экспериментов следовало воплотить в измерительные приборы, которые, как предполагалось, будут создавать (и испытывать) советские научно-исследовательские институты.

23.05-01.523 Из истории создания первых научных бортовых систем сбора и передачи информации на примере программы ИНТЕРКОСМОС. Козлов И.В., Рябова А.Д., Шпагина Т.Л., с. 279-287. Рус.

Как известно из истории космонавтики, 14 октября 1969 года был запущен первый спутник серии «Интеркосмос». Он открыл

широкую программу исследования космического пространства учёными социалистических стран. И сам спутник, и ракета, что вывела его на околоземную орбиту, были созданы в Конструкторском бюро (КБ) «Южное» (город Днепропетровск), которым в те годы руководил выдающийся учёный и конструктор Михаил Кузьмич Янгель. Сотрудничество социалистических стран в изучении космоса началось ещё в октябре 1957 года, когда велись наблюдения за полётом первого в мире советского искусственного спутника Земли. В апреле 1967 года специалистами социалистических стран была принята программа по совместным работам в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. Эта дата считается началом практической реализации программы ИНТЕРКОСМОС, получившей своё официальное название в 1970 году. В каждой из девяти стран-участниц программы: Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубе, Польше, Румынии, Чехословакии и СССР — был создан координационный орган, отвечающий за выполнение программы сотрудничества в целом. В соответствии с программой ИНТЕРКОСМОС Советский Союз безвозмездно предоставил для космических исследований свою технику — ракеты и спутники, на которые устанавливалась научная аппаратура, созданная учёными и специалистами государственных участников.

23.05-01.524 Как это было. Ратнер В.М., с. 288-297. Рус.

Родился я 23 апреля 1922 года в Москве в семье демобилизованного военнослужащего Ратнера Михаила Павловича, служившего в 10-й армии под командованием С. М. Кирова. Это было время становления страны после многих лет военной разрухи и новой экономической политики (НЭП). 16 августа 1927 года я потерял мать, Софью Иосифовну, которая скончалась от брюшного тифа в возрасте 26 лет. Дед Павел отвёз меня, пятилетнего, на воспитание к своим хорошим знакомым под Одессу в немецкое село Люстдорф в большую крестьянскую семью Фольмер. Дело в том, что мой дедушка и бабушка больше пяти лет прожили в Германии, где дедушка представлял интересы русской шоколадной фабрики «Енем». Он проникся глубоким уважением к немцам, к Германии и очень много рассказывал мне об этой стране. В Люстдорфе воспитание велось исключительно на немецком языке, поскольку он был родным для семьи Фольмер. Естественно, живя одной жизнью с этой семьёй, я впитывал немецкие обычаи и традиции, знакомился с фольклором, здесь я чувствовал себя уютно и защищённо. В этой семье я прожил три года, после чего меня забрал в Москву отец. Я поступил в первый класс знаменитой теперь московской школы у Никитских ворот. Так случилось, что в одном классе со мной учился и сын «вождя всех народов» Василий Сталин, имевший в школе прозвище «Васька Рыжий». Когда же мы перешли в пятый класс, в школу привели и сестру Василия, Светлану — она стала первокурсницей.

23.05-01.525 На пыльных тропинках далёких планет останутся наши следы... Ларионов Е.В., с. 298-303. Рус.

О чём же писать? Может быть, о себе и моих взаимоотношениях с институтом, который для меня уже давно стал лицом вполне одушевлённым и который вот уже на протяжении многих лет, каждое утро протягивает мне свою руку и говорит: «Привет!», а когда вечером я убегаю домой, он кричит мне в след, закрывая за мной прозрачные двери: «До завтра, Василеч!» Я знаю, кажется, о нём всё. Знаю, как и когда он зародился и как менял своё место прописки, перебираясь из подвалов Масловки в стекляшки-«парикмахерские» на Профсоюзной, а потом перекочевал на своё постоянное место жительства в лежачий на боку небоскрёб всё на той же самой протяжённой в Москве улице. Я знаю многих его обитателей, которые трудятся в нём сейчас, и помню тех, кто ушёл из его стен навсегда. Может быть, стоит писать о них, вспоминая поимённо тех учёных, конструкторов, испытателей и рабочих, которые своим трудом создавали славу и мировую известность институту? А может о том, что когда-то институт был единым коллективом, а потом, так же, как и СССР, — распался, только не на отдельные государства, а на отдельные «вотчины»?

23.05-01.526 Колибри. Великова А.Б., с. 304-327. Рус.

Всё это не мыслилось, не обдумывалось заранее, а вылилось

одним духом в «Исповедь злого курильщика» и написано было, что называется, в один присест, с одной единственной целью — заглушить неодолимое желание закурить после внезапного побуждения распротиться с этим пристрастием. Мой эксперимент продлился, увы, только три дня, а результатом стало нечто совсем другое. Ведь чудо рождения написанного сродни самому удивительному на Земле — появлению на свет живой жизни. Она сама по себе растёт, развивается, обретает облик. Потом начинает действовать. Обзаводится капризами, упрямством, уклончивостью, то есть своим характером, своими слабостями и достоинствами. Потом, наконец, вырывается из предлагаемых рамок и уходит из рук, как вода утекает сквозь пальцы. Ох, как прав был философ и писатель серебряного века Василий Васильевич Розанов, написавший в своём сборнике «Уединённое»: «Как ни сядешь, чтобы написать то-то, сядешь и напишешь совсем другое. Между „я хочу сесть“ и „я сел“ прошла одна минута. Откуда же эти совсем другие мысли на новую тему, чем с какими я ходил по комнате, и даже садился, чтобы их именно записать...». Ну, что ж, так тому и быть. Здесь отразился кусок моей жизни на испытаниях российско-австралийского объекта, созданного российскими инженерами на смешные пятьдесят тысяч долларов, которые прислали в Институт космических исследований австралийские школьники с просьбой сделать и запустить маленький спутник, любовно названный ими по имени крошечной птички.

23.05-01.527 Приключения в Австралии. Бреус Т.К., с. 328-330. Рус.

Это было в 1979 году. Довольная обширная научная делегация Советского Союза направилась в Австралию сразу на два мероприятия — Первый Международный симпозиум по исследованиям магнитосферы, который проходил в Мельбурне — в La Trobe University, и Ассамблею IUGG/IAGA в столице Австралии — Канберре. В те счастливые времена членам делегации не надо было платить за командировку. Институт оплачивал её, но валюту, которую нам выплачивали организаторы сессий за представленные доклады (а это было по тем временам немало — около 400 долларов), мы были обязаны передать Академии наук через руководителя делегации. Нашей делегацией руководил тогдашний замдиректора ИЗМИРАН — Игорь Алексеевич Жулин.

23.05-01.528 По волнам моей памяти. Владимиров А.А., с. 331-335. Рус.

Это было в далёком 1971 году. Тогда я впервые встретилась с Константином Иосифовичем Грингаузом, отдел которого перешёл из Радиотехнического института в Институт космических исследований. Отдел был преобразован в лабораторию, но, тем не менее, сохранил за собой своё натуральное хозяйство и большой, слаженный коллектив, который состоял из научных работников, разработчиков научных приборов, монтажников, рабочих и конструкторов. Грингауз набирал новых сотрудников в лабораторию, и я воспользовалась этой возможностью. Исследование космоса велось весьма интенсивно, и работа в космической отрасли считалась престижной. Это было романтическое время: полёты человека в космос, стремительное его освоение и научное исследование.

23.05-01.529 Игорь Васильевич Рождественский. Зарецкая Е.В., с. 336-342. Рус.

Иногда мысленно мы возвращаемся к временам, уже ставшим достоянием истории. В такие минуты в памяти оживают образы людей, с которыми довелось вместе работать, встают перед глазами их лица, слышатся их голоса. И хочется вспомнить не только выдающихся учёных, именами которых так богата история нашего института, но и тех, чьим трудом научные идеи воплощались в жизнь. Один из них — Игорь Васильевич Рождественский, талантливый конструктор и человек с большой буквы.

23.05-01.530 Наши герои — наши! Чекалина Т.И., с. 343-347. Рус.

Конечно, Хохлова Моисей Залмановича знали многие в нашем институте, работали с ним бок о бок, дружили, участвовали в отдельных посиделках по случаю трудовых успехов, праздников, дней рождения. Однако немногие видели его с Золотой звездой Героя Советского Союза на груди — он надевал её

только по случаю Дня Победы. И тогда мы с удивлением смотрели на этого очень скромного тихого интеллигентного человека, в серых буднях даже неприметного. Вот уж кто никогда не давал повода отметить своё героическое военное прошлое! А многие говорили, что он его даже несколько стеснялся, не любил говорить о войне и пережитом. Хотя некоторые друзья всё же знали о его подвиге при форсировании Днепра, ему тогда было всего двадцать лет! В те доперестроечные годы, мы, тогда ещё молодые сотрудники, даже не понимали, кто работает рядом с нами! Вот бы тогда узнать его лучше. Но время стремительно катилось, начался решительный слом устоев и крушение страны в 1991 году. Мы хорошо помним те времена, которые уже всерьёз коснулись всех. В 1996 году Хохлов Моисей Залманович уехал в США, где работает астрономом его сын.

23.05-01.531 Как я познакомился с Юрием Гагариным. Кузьмин А.К., с. 348-349. Рус.

Это было в августе 1966 года. Были каникулы — я перешёл на пятый курс МИФИ, и только несколько дней назад вернулся из похода на плато по северному Уралу. Мы с мамой были на даче. Вечером приехал отец (в то время он был заместителем директора НИИ ТП2 в Отрадном) и радостно сообщил: «Мне дали два пригласительных билета на Чемпионат мира по высшему пилотажу в Тушино, поедем?» «Конечно, поедем!» — ответил я, потому что с детства мечтал быть лётчиком, и тяга к авиации ещё не прошла... 7 августа, примерно в половину десятого, мы были уже на Тушинском аэродроме. Коллега моего отца (из МОМЗ) предложил пойти в зону самого аэродрома, откуда должны быть хорошо видны полёты. «Туда приедет Юрий Гагарин!» — аргументировал он своё предложение. Мы, конечно, согласились, но, когда пришли на это место, там было довольнолюдно. Когда обещанные почётные гости, наконец, приехали, значительную часть зрителей администрация праздника заставила перейти на другое место, и мы вдруг остались рядом с четой Гагариных. В руках у меня был «Зенит», к той поре в фотографии я был уже не новичок. Первый фотоаппарат — «Любитель», родители подарили мне ещё в первом классе. Когда начались полёты, отец подсел к Юрию Алексеевичу поближе, и в перерывах они вспоминали общих друзей и коллег, участвовавших в подготовке запуска корабля «Восток» 12 апреля 1961 года. Отец представил меня Гагарину, и тот спросил, где я учусь. Я ответил, и он сказал, что выбранная специальность очень интересная и с большим будущим... Гагарин показался мне именно таким открытым человеком, как писали о нём в газетах. Сначала я волновался фотографировать, но потом успокоился, и мне удалось сделать несколько снимков, которые впоследствии лежали в моём архиве, никогда нигде не опубликованные. Одна из этих фотографий и сейчас стоит дома на моём рабочем столе в память о Юрии Гагарине и о моём отце.

23.05-01.532 Как молоды мы были! Петрукович Н.С., с. 350-352. Рус.

Я хочу рассказать о времени, когда были молоды мы, молод институт. Тогда он ещё назывался он ИКИ АН СССР.

23.05-01.533 Воспоминания о Новомире Писаренко. Писаренко Г.А., с. 353-354. Рус.

Это было в январе 1952 года. Я отдыхала в подмосковном доме отдыха с милым названием «Поваровка». Среди студентов-физиков, почему-то любящих это местечко, был и Новомир Писаренко.

23.05-01.534 Путешествия. Чекалина Т.И., с. 355-402. Рус.

Почти тридцать лет минуло с той поры, когда начались крутые перемены в жизни страны и каждого из нас. Началась новая жизнь, изменился институт, изменилось всё. Вспоминается удивление, с каким мы услышали, что загранпаспорт теперь выдают всем желающим! В людях просыпалась тяга к путешествиям, и народ стал активно осваивать новые земли уже не по телевизионным программам, а самостоятельно. Появились новые возможности для любителей путешествий и охотников за новыми впечатлениями, стремящихся увидеть интересные места и достопримечательности других стран.

23.05-01.535 Наши авторы. Зеленый Л.М., с. 403-406. Рус.

23.05-01.536 Кватернионные методы и регулярные модели небесной механики и механики космического полета: локальная регуляризация особенностей уравнений возмущенной пространственной ограниченной задачи трех тел, порождаемых гравитационными силами. Челмоков Ю.Н. *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.* 2023, № 5, с. 27-57. Рус.

Изучается проблема локальной регуляризации дифференциальных уравнений возмущенной пространственной ограниченной задачи трех тел: устранения порождаемых силами гравитации особенностей типа сингулярности (деления на ноль) дифференциальных уравнений возмущенного пространственного движения материальной точки M , имеющей пренебрежимо малую массу, в окрестностях двух гравитирующих точек M_0 и M_1 с помощью записи уравнений движения во вращающихся системах координат, использования новых регулярных переменных и регуляризующего преобразования времени. Получены различные системы регулярных кватернионных дифференциальных уравнений (РКДУ) этой задачи. В качестве переменных в этих уравнениях выступают следующие группы переменных: 1) четырехмерные переменные Кустаанхеймо—Штифеля, кеплеровские энергии и время t , 2) расстояния от точки M до точек M_0 и M_1 , модули векторов моментов скоростей точки M относительно точек M_0 и M_1 , кеплеровские энергии, время t и параметры Эйлера (Родрига—Гамильтона), характеризующие ориентации орбитальных систем координат в инерциальной системе координат; 3) двухмерные переменные Леви—Чивита, описывающие движение точки M в идеальных системах координат, кеплеровские энергии, время t и параметры Эйлера, характеризующие ориентации идеальных систем координат в инерциальной системе координат и являющиеся оскулирующими элементами (медленно изменяющимися переменными) для движения точки M в окрестности гравитирующей точки M_0 или M_1 соответственно. Для построения РКДУ в качестве исходных использованы уравнения возмущенной пространственной ограниченной задачи трех тел, записанные или в неголономных (азимутально свободных), или в орбитальных, или в идеальных системах координат; в качестве новых независимых переменных использованы "фиктивные" времена τ_0 и τ_1 (т.е. использованы регуляризующие дифференциальные преобразования времени Зундмана) или угловые переменные Φ_0 и φ_1 , традиционно используемые при изучении орбитального движения в составе полярных координат. Для согласования двух используемых в окрестностях гравитирующих точек M_0 и M_1 независимых переменных использованы дополнительные дифференциальные уравнения. Полученные различные локально регулярные кватернионные дифференциальные уравнения возмущенной пространственной ограниченной задачи трех тел позволяют разработать регулярные аналитические и численные методы изучения движения тела пренебрежимо малой массы в окрестностях двух других тел, имеющих конечные массы, а также позволяют построить регулярные алгоритмы численного интегрирования этих уравнений. Уравнения могут быть эффективно использованы для изучения орбитального движения небесных и космических тел и космических аппаратов, для прогноза их движения, а также для решения задач управления орбитальным движением космических аппаратов и решения задач инерциальной навигации в космосе.

23.05-01.537 Управление разворотом твердого тела (космического аппарата) с комбинированным критерием оптимальности на основе кватернионов. Левский М.В. *Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.* 2023, № 5, с. 58-78. Рус.

Изучается динамическая задача оптимального разворота твердого тела (например, космического аппарата) из произвольного начального в назначенное конечное угловое положение при наличии ограничений на управляющие переменные. Время разворота не фиксировано. Для оптимизации программы управления вращением применяется комбинированный критерий качества, минимизируемый функционал объединяет в заданной пропорции энергетические затраты и длительность маневра. На основе принципа максимума Л.С. Понтрягина

на и кватернионных моделей управляемого движения твердого тела получено решение поставленной задачи. Условия оптимальности переориентации записаны в аналитической форме, и раскрыты свойства оптимального вращения. Для построения оптимальной программы вращения записаны формализованные уравнения и расчетные формулы. Оптимальное управление представлено в форме синтеза. Закон управления сформулирован в виде явной зависимости управляющих переменных от фазовых координат. Приведены аналитические уравнения и соотношения для нахождения оптимального движения. Даны ключевые соотношения, определяющие оптимальные значения параметров алгоритма управления вращением. Также описана конструктивная схема решения краевой задачи принципа максимума для произвольных условий разворота (начального и конечного положений и моментов инерции твердого тела). Для динамически симметричного твердого тела получено решение задачи переориентации в замкнутой форме. Представлены численный пример и результаты математического моделирования, демонстрирующие практическую реализуемость разработанного метода управления ориентацией космического аппарата.

23.05-01.538 Квантовые черные дыры в расширяющейся Вселенной. Незнамов В.П., Сафронов И.И., Шемарулин В.Е. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2023. 511, № 1, с. 16-21. Рус.

В расширяющейся Вселенной рассмотрена эволюция квантовых черных дыр с модифицированными геометриями Шварцшильда и Райсснера—Нордстрёма. Все квантовые черные дыры в определенные моменты космологического времени теряют горизонты событий и превращаются в гравитирующие объекты с массами M . Ключевые слова: классические и квантовые черные дыры, расширяющаяся Вселенная, метрики Шварцшильда и Райсснера—Нордстрёма, метрика Фрийдмана—Робертсона—Уокера.

23.05-01.539 Исследование потенциальных возможностей системы управления движением и навигации малого космического аппарата в условиях существенной неопределенности реализации режимов ориентации. Павлов А.Н., Колесник Д.Ю., Гордеев А.В., Воротягин В.Н. Авиакосмическое приборостроение. 2023, № 8, с. 23-37. Рус.

Создание отечественной многоспутниковой орбитальной группировки (ОГ) малых космических аппаратов (МКА), выполняющих задачи наблюдения объектов на Земле, выявило проблему организации их управления при ограниченном задействовании средств наземного комплекса. Актуальным остается применение технологий искусственного интеллекта для обеспечения автономности, проактивности и эффективности применения как отдельного космического аппарата, так и ОГ в целом. Одним из вариантов управления многоспутниковой группировкой МКА является мультиагентный подход, где каждый «интеллектуальный агент» оценивает свой потенциал на выполнение частной задачи. В статье предлагается подход, позволяющий определить интегральные показатели надежности для исследования потенциальных возможностей системы управления движением и навигации (СУДН) МКА как сложного объекта в условиях неопределенности задействования режимов функционирования. Представлена реализация подхода по оценке потенциальной возможности задействования режимов ориентации при различных конфигурациях СУДН МКА и определены варианты рабочей конфигурации функциональных элементов. Таким образом использованный подход оценивания потенциальных возможностей СУДН МКА при вероятностно-логическом моделировании позволил учесть структурно-функциональные и структурно-технологические особенности системы. Ключевые слова: структурно-функциональный анализ, интегральные показатели эффективности, интенсивность задействования, параметрический геном.

23.05-01.540 Моделирование вибрационного фона космического аппарата. Герасимчук В.В., Жиряков А.В., Кузнецов Д.А., Телепнев П.П. Труды МАИ. 2023, № 131, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=175908>. Рус.

Двигатели-маховики и двигатели коррекции, являясь устройствами обмена импульсами, выступают фундаментальным компонентом большинства космических аппаратов как для грубого управления ориентацией, так и для точного наведения. Неуровненность вращающихся масс при работе двигателей-маховиков и силовые вибрационные воздействия, вызванные пульсациями давления в камере сгорания двигателей коррекции, способны вызывать чрезмерные колебания исследовательского оборудования, что может привести к снижению точности функционирования. Уровни вибронгруженности определяются в ходе экспериментальной отработки космического аппарата, однако на ранних стадиях проектирования целесообразно предварительным моделированием вибрационного фона мест установки высокоточного оборудования выбрать оптимальные места для их установки с целью минимизации уровней их вибронгруженности. Вибрационный фон определялся для разработанной конечно-элементной модели «гибкой» конструкции космического аппарата в среде пакета программ Femap with NX Nastran. Расчёты проводились для вариантов вибронгруженности одним из четырёх двигателей-маховиков и от двух двигателей коррекции. Модель воздействия от двигателя-маховика учитывала силы, возникающие в результате дисбаланса маховика. Моделировалось гармоническое воздействие с амплитудой, пропорциональной квадрату скорости вращения маховика. Уровни вибронгруженности от возмущающих сил двигателей коррекции исследовались для синфазного и противофазного случаев воздействия. Исследование выполнялось методом гармонического анализа. Значения величин воздействий соответствовали уровням возмущений штатных двигателей-маховиков и двигателей коррекции. Оценка уровней вибронгруженности в местах предполагаемого крепления приборов осуществлялась по максимальным значениям рассчитанных линейных и угловых виброускорений, угловых скоростей и угловых перемещений по трём осям. Представленный в статье вариант моделирования вибрационного фона мест установки аппаратуры, чувствительной к стабильности положения для эффективной работы, позволяет провести предварительную оценку уровня вибронгруженности такой аппаратуры на ранних этапах проектирования космических аппаратов.

23.05-01.541 Динамика и управление цилиндрическим космическим мусором при бесконтактной транспортировке ионным потоком. Ледков А.С. Труды МАИ. 2023, № 131, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=175910>. Рус.

Космический мусор представляет серьезную угрозу для существующих и вновь выводимых космических аппаратов. Одним из перспективных способов решения этой проблемы является создание систем бесконтактной транспортировки, основанных на использовании ионного потока, генерируемого электрореактивным двигателем активного космического аппарата, для оказания силового воздействия на объект космического мусора. Целью работы является повышение эффективности метода ионной транспортировки космического мусора за счет учета особенностей его движения относительно центра масс. Разработаны математические модели, описывающие движение объекта космического мусора под действием гравитационных и ионных сил и моментов. Проведено исследование невозмущенного движения объекта космического мусора на круговой орбите. Предложены законы управления ионным потоком, обеспечивающий стабилизацию космического мусора в положении равновесия и его перевод в требуемый угловой режим движения. Определены угловые режимы невозмущенного движения, при которых генерируемая ионная сила максимальна и минимальна. Проведено численное моделирование спуска объекта космического мусора с орбиты и дана оценка затрат топлива, необходимого для осуществления этой транспортной операции. Для рассматриваемого объекта космического мусора разница топлива для наиболее благоприятного и неблагоприятного углового режима движения составила 7.82%.

23.05-01.542 Удаление космического мусора с геостационарной орбиты. Мустафа Б.А., Искендинова А.М., Ануар Г.А., Ергалиев Д.С., Абдирашев О.К. Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2021, № 2, с. 115-118. Рус.

Рассматривается образование космического мусора, и его влияние на функционирующие космические аппараты. Представлена информация о том, к чему может привести не своевременное решение проблемы космического мусора, и негативное последствие для космической сферы. Исследованы методы борьбы с космическим мусором на геостационарной орбите. Даны сведения о перспективных методах удаления космического мусора от геостационарной орбиты. Представлены в виде графиков состояние геостационарной орбиты.

23.05-01.543 Рождение гравитационно-волновой астрономии. *Белопухов Л.* *Квант.* 2018, № 3, с. 14-18. Рус.

23.05-01.544 Черные дыры существуют. *Белопухов Л.* *Квант.* 2021, № 3, с. 2-11. Рус.

23.05-01.545 Исследование эффективности интеграторов Гаусса—Эверхарта и Lobbie в задачах астероидной динамики. *И. Васяев Д.Л., Галушина Т.Ю.* *Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 1, с. 109-116. Рус.

Представлены результаты исследования эффективности интеграторов Гаусса—Эверхарта и Lobbie в задачах астероидной динамики. В качестве объектов исследования выступают орбиты астероидов с различными эксцентриситетами. Были рассмотрены случаи возмущенной и невозмущенной задачи двух тел, также дополнительно исследовалась эффективность решения смешанных систем дифференциальных уравнений. Результаты показали, что оба интегратора хорошо подходят для рассматриваемых случаев. Однако более универсальным и эффективным является интегратор Lobbie.

23.05-01.546 К вопросу о проблеме солнечных нейтрино. *Скобелев В.В.* *Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 3, с. 26-32. Рус.

С использованием вероятностных представлений традиционной квантовой механики предложена формальная интерпретация известного факта отклонения «количества» солнечных электронных нейтрино от теоретического значения, полученного на основе принятой концепции о процессах их генерации в центре звезды. Результаты работы согласуются с экспериментальными данными.

23.05-01.547 О дефиците солнечных электронных нейтрино. *Скобелев В.В., Копылов С.В.* *Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 4, с. 56-71. Рус.

На основе развитой в предыдущих работах одного из авторов формальной теории обсуждается механизм взаимопревращений в системе из нейтрино и антинейтрино, которая рассматривается как совокупность $N = \text{const}$ тождественных микрообъектов, находящихся в $NS = 6$ состояниях с принципиальной возможностью объяснения «дефицита» солнечных электронных нейтрино. Получено также, что наиболее удовлетворительное согласие с экспериментом существует для системы из ν_e, ν_μ, ν_τ , т.е. при $NS = 3$.

23.05-01.548 Долговременная орбитальная эволюция объектов геостационарной зоны. *Чувашов И.Н., Левкина П.А., Шеин А.В.* *Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 4, с. 72-78. Рус.

На реальных наблюдениях проверяется утверждение о дрейфе объектов геостационарной области, который может проявляться только на значительных интервалах времени (53.5 года), и оценка изменения плотности геостационарной области из-за возврата таких объектов в плоскость экватора. В данном случае речь идет о крупных тяжелых объектах космического мусора, в связи с чем исключается возможность значительного влияния на них возмущений от светового давления. Для численного моделирования движения совокупности объектов использована модель движения искусственных спутников Земли, разработанная в Томском государственном университете. В качестве наблюдательных данных взяты ТЛЕ-элементы орбит объектов геостационарной зоны на интервале 60 лет.

23.05-01.549 Исследование нелинейности обратных задач орбитальной динамики далеких спутников Юпитера. *Ваньщикова М.А., Тамаров В.А.* *Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 5, с. 67-76. Рус.

Исследована нелинейность обратных задач орбитальной динамики внешних спутников Юпитера, открытых с 1999 по

2018 г. С этой целью были использованы наблюдения из базы данных естественных спутников NSDB (Natural Satellites Data Base) по состоянию на 11.03.2021 г. Для каждого объекта нелинейность оценивалась в двух параметрических пространствах — декартовом и кеплеровом. Определены оптимальные начальные эпохи, обеспечивающие наименьшую нелинейность в рассматриваемых параметрических пространствах. Показано, какое из параметрических пространств вместе с оптимальной начальной эпохой является более предпочтительным для достижения наименьшей нелинейности в каждом конкретном случае.

23.05-01.550 Разработка обобщенного алгоритма расчета энергетических характеристик электронно-оптических компонентов лазерной навигационной системы, функционирующей в условиях космического вакуума. *Еремук В.В., Папченко Б.П., Коробейников А.Г., Ромашов В.А., Сысоев В.К., Дмитриев А.О., Хегай Д.К.* *Журнал радиоэлектроники.* 2023, № 6, с. 12. Рус.

Выделены компоненты лазерной навигационной системы, выполнен их анализ. Построена математическая модель лазерной навигационной системы, образованной источником излучения, средней передачи (космический вакуум) и приемником. Построена методика оценки энергетических характеристик светочувствительной матрицы приемника орбитального аппарата. На основе построенной методики разработан алгоритм расчета энергетических характеристик электронно-оптических компонентов налунного маяка по заданным энергетическим характеристикам светочувствительной матрицы и оптической системы орбитального аппарата. Приведены примеры практических расчетов для лунного дня и лунной ночи. Выполнена проверка корректности результатов, полученных в примерах расчетов. Разработанный в ходе исследования алгоритм может быть использован для выбора электронно-оптических компонентов в ходе решения задачи создания навигационной системы на основе лазерных маяков. Объект исследования: лазерная навигационная система, функционирующая в условиях космического вакуума. Предмет исследования: обобщенный алгоритм расчета энергетических характеристик электронно-оптических компонентов лазерной навигационной системы, функционирующей в условиях космического вакуума. Основные результаты: обобщенный алгоритм расчета энергетических характеристик электронно-оптических компонентов лазерной навигационной системы и входящая в его состав математическая модель навигационной системы, образованной источником излучения, средней передачи (космический вакуум) и приемником.

23.05-01.551 Каналы передачи научной информации космического аппарата «Чибис-АИ». *Косов А.С., Рожков В.С., Рожков Л.С.* *Журнал радиоэлектроники.* 2023, № 8, с. 12. Рус.

Рассматривается один из вариантов построения канала передачи научных данных космического аппарата (КА) «Чибис-АИ», с использованием цифровых технологий (software define radio, SDR) на базе программного пакета GNU Radio 3.10. Решена проблема увеличения скорости передачи информации до заданного уровня путем создания дополнительных нестандартных блоков. Предложены конкретные варианты построения блоков SDR. Реализованы и проверены каналы передачи данных, соответствующие заданным исходным данным на каналы передачи информации. Выполнена экспериментальная проверка характеристик каналов связи с технологическим образцом передатчика.

23.05-01.552 Механизмы трансляции глубинных импульсов во внешние оболочки современной Земли (на примере позднекайнозойской глобальной тектономагматической активизации нашей планеты). *Шарков Е.В., Богина М.М., Чистяков А.В.* *Вулканология и сейсмология.* 2023. 17, № 4, с. 57-67. Рус.

Как известно, в истории Земли периодически происходит активизация тектономагматических процессов, когда без видимых внешних причин они резко усиливаются. Очевидно, все это связано с особенностями развития глубинных петрологических процессов, своеобразным отражением которых и являются события во внешних оболочках современной Земли (тектоносфе-

ре), однако суть этих процессов и механизмы их трансляции в тектоносферу остаются слабо изученными. Мы рассмотрели эту проблему на примере ее Позднекайнозойской (неоген-четвертичной) глобальной активизации. Как известно, современная Земля является охлаждающимся телом с затвердевающим жидким железным ядром. Этот процесс должен сопровождаться целым рядом термодинамических, физических и физико-химических эффектов, которые и могли бы привести к внутренней активизации нашей планеты. Мы постарались разобраться в этих проблемах с помощью имеющихся современных геологических, петрологических, геохимических и геофизических данных по активизации, происходящей на наших глазах. Нами показано, что главным активным элементом в современной Земле должна быть постоянно движущаяся снизу вверх маломощная зона кристаллизации, расположенная между полностью затвердевшей частью ядра (твердое внутреннее ядро) и его еще полностью жидкой частью (внешнее жидкое ядро). Именно с этой зоной связаны разнообразные фазовые переходы в охлаждающемся расплаве при прохождении им точек бифуркации. Там происходят фазовые переходы как типа смены выделяющихся твердых фаз, которые наращивают внутреннее ядро, так и ретроградного кипения с образованием капель “ядерных” флюидов. Показано, что эти капли всплывают в высокожелезистом расплаве-хозяине и накапливаются в основании мантии. Там они участвуют в формировании мантийных плюмов, главных переносчиков глубинных импульсов во внешние геосферы, и вместе с ними окончательно покидают ядро. Предполагается, что в одной из таких точек произошло резкое падение растворимости флюидов в охлаждающейся высокожелезистой жидкости внешнего ядра. Это должно было привести к одновременной интенсификации ретроградного кипения этого расплава по всей поверхности зоны кристаллизации ядра, т.е. в глобальном масштабе. Это и могло обеспечить поступление избытка “ядерных” флюидов, необходимых для массового образования мантийных плюмов и послужить триггером для процессов Позднекайнозойской глобальной тектономагматической активизации Земли.

23.05-01.553 Предвспышечные рентгеновские пульсации с источниками вне активной области основной вспышки. *Зимовец И.В., Шарыгин И.Н., Кальтман Т.И., Ступишин А.Г., Низамов Б.А. Геомагнетизм и астрономия.* 2023. 63, № 5, с. 547-560. Рус.

Ранее мы показали, что по характеру расположения источников предвспышечных рентгеновских пульсаций относительно основной солнечной вспышки события разделяются по крайней мере на два типа: в событиях типа I источники пульсаций и основной вспышки находятся в одной активной области (АО), а в событиях типа II — в разных. В данной работе представлен анализ события типа II, в котором по данным космической обсерватории Ramaty High-Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI) рентгеновские источники предвспышечных квазипериодических пульсаций (с периодом $P=1.5\pm 0.1$ мин), начавшихся в $\sim 18:02$ UT, располагались в АО 11 884 в Западном полушарии, а источники основной вспышки M1.0 SOL2013-11-05T18:08 в АО 11 890 в Восточном полушарии. Пульсации также наблюдались с помощью Gamma-Ray Burst Monitor (GBM) на борту космической обсерватории Fermi и X-Ray Sensor (XRS) на борту Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES), что исключает возможность их искусственного происхождения. По данным Atmospheric Imaging Assembly (AIA) на борту Solar Dynamics Observatory (SDO) в экстремальном ультрафиолетовом диапазоне установлено, что источники пульсаций располагались в основании корональных струй (джетов), истекавших со скоростями $\sim 100-1500$ км/с. Расстояние между АО 11 884 и АО 11 890 составляло $\sim 1.4 R_S$. Плазме струй потребовалось бы $\sim 17-250$ мин, чтобы достичь АО 11 890, что намного больше времени между началом пульсаций (струй) и вспышкой (~ 6 мин), к тому же в картинной плоскости струи истекали в противоположном (западном) от активной области вспышки направлении. В короне не наблюдались петли, соединяющие АО 11 884 и АО 11 890. Более того, не обнаружено соединения этих областей силовыми линиями магнитного поля, экстраполированного с фотосферы в корону в потенциальном приближении. Эти аргументы свидетельствуют о том, что струи (и связанные с ними пульсации) не могли

быть триггером вспышки. Таким образом, представлен яркий пример события, в котором не было физической связи между предвспышечными рентгеновскими пульсациями (и струями) и последовавшей за ними вспышкой. Это событие демонстрирует значение пространственно-разрешенных наблюдений при исследовании пульсаций на Солнце и звездах.

23.05-01.554 Вспышечное излучение события 04.05.2022 и его миллиметровая компонента. *Смирнова В.В., Цап Ю.Т., Рыжов В.С., Моторина Г.Г., Моргачев А.С., Барта М. Геомагнетизм и астрономия.* 2023. 63, № 5, с. 561-569. Рус.

На основе наблюдений на радиотелескопе РТ-7.5 МГТУ им. Н.Э. Баумана на волне 3.2 мм (93 ГГц), а также других (Сибирского радиогелиографа, Solar Dynamics Observatory (SDO), радиобсерватории Metsahovi) наземных и космических инструментах исследовано происхождение миллиметрового излучения солнечной вспышки SOL2022-05-04T08:45 рентгеновского класса M5.7. Анализ временных профилей излучения в рентгеновском и сантиметровом диапазонах показал, что миллиметровый источник излучения едва ли связан с горячей ($5 \cdot 10^9 - 10^7$ К) корональной плазмой. Об этом также свидетельствует оценка суб-ТГц потока излучающей горячей плазмы по данным AIA/SDO, который оказался значительно меньше наблюдаемых значений. Получены указания о развитии тепловой неустойчивости во вспышечных ультрафиолетовых петлях. Обосновывается связь миллиметровой компоненты вспышки с тепловым источником в хромосфере Солнца.

23.05-01.555 Влияние коротирующих областей взаимодействия солнечного ветра на долговременные вариации интенсивности галактических космических лучей. *Калинин М.С., Крайнев М.В., Луо С., Подгитер М.С. Геомагнетизм и астрономия.* 2023. 63, № 5, с. 570-580. Рус.

Анализ данных космических аппаратов, сканировавших значительные области гелиосферы, а также результатов магнитно-гидродинамических расчетов указывает на то, что коротирующие области взаимодействия солнечного ветра, практически постоянно присутствующие в низко- и среднеширотной гелиосфере, иногда сильно изменяют крупномасштабные характеристики гелиосферы, важные для долговременных вариаций интенсивности галактических космических лучей. В частности, для кэррингтоновского оборота № 2066 (январь—февраль 2008 г.) эти области усиливают магнитные поля во внутренней ($r < 3-5$ а.е.) и ослабляют их в средней и дальней гелиосфере, а также существенно изменяют распределение гелиосферных магнитных полей по полярности. Авторами было сделано предположение, что в такой ситуации влияние коротирующих областей взаимодействия должно приводить к увеличению интенсивности галактических космических лучей во многих областях гелиосферы. В статье обсуждаются процесс изменения распределения гелиосферных магнитных полей по полярности из-за взаимодействия разноскоростных потоков СВ для кэррингтоновского оборота № 2066, простая модель гелиосферного магнитного поля без взаимодействия между разноскоростными потоками солнечного ветра, а также результаты численных двумерных расчетов методом конечных разностей усредненной по долготе интенсивности ГКЛ с использованием указанной модели в сравнении с трехмерным расчетом методом Монте-Карло, основанным на трехмерном магнитно-гидродинамическом моделировании гелиосферы.

23.05-01.556 Форбуш-понижения, связанные с корональными дырами, корональными выбросами из активных областей и волоконными выбросами: сравнение в солнечных циклах 23 и 24. *Мелкумян А.А., Белов А.В., Абунина М.А., Шлык Н.С., Абуинин А.А., Оленева В.А., Янке В.Г. Геомагнетизм и астрономия.* 2023. 63, № 5, с. 581-598. Рус.

Исследуется сходство и различие Форбуш-понижений в солнечных циклах 23 и 24. Анализ проводился для групп событий, связанных с разными типами солнечных источников: корональными выбросами массы из активных областей, сопровождавшимися солнечными вспышками (группа СМЕ1); волоконными выбросами вне активных областей (группа СМЕ2); высокоскоростными потоками из корональных дыр (группа СН). Ис-

следовались распределения и взаимосвязи различных параметров: амплитуды Форбуш-понижений; максимальных в течение события значений почасового уменьшения плотности космических лучей, экваториальной анизотропии космических лучей, скорости солнечного ветра, напряженности магнитного поля, а также значений скорости солнечного ветра и напряженности магнитного поля за час до начала Форбуш-понижения. Результаты показали, что количество событий, значения параметров и их взаимосвязи зависят от фазы и цикла солнечной активности. В 24-м цикле уменьшилось количество событий в группе СМЕ1, не изменилось в СМЕ2, увеличилось в СН. Значения параметров и разница между ними в разных группах событий выше в цикле 23, характеризующемся большей асимметрией и длинными «хвостами» распределений. Величина Форбуш-понижений в группе СМЕ1 в 23-м цикле зависит сильнее от скорости солнечного ветра, а в цикле 24 — от величины магнитного поля, как и в группе СМЕ2 в обоих солнечных циклах. Множественная линейная регрессия хорошо описывает зависимости параметров Форбуш-понижений в 23-м цикле в группах СМЕ1, СМЕ2, в цикле 24 — в группе СМЕ1.

23.05-01.557 Эмпирическая модель оценки скоростей и запаздываний межпланетных корональных выбросов массы. Шлыж Н.С., Белов А.В., Абунина М.А., Абуни А.А. Геомагнетизм и аэрономия. 2023. 63, № 5, с. 599-608. Рус.

Исследуется поведение скорости межпланетных корональных выбросов массы в зависимости от гелиодолготы источника (ассоциированной солнечной вспышки), начальной скорости выброса и скорости фонового солнечного ветра. В основе моделирования лежат данные о 364 выбросах солнечного вещества, сопровождавшихся вспышками и наблюдавшихся в коронографе SOHO/LASCO, межпланетные аналоги которых были впоследствии зарегистрированы у Земли в период с 1995 по 2021 гг. Описана модель, позволяющая оценивать транзитную и максимальную скорости соответствующего межпланетного возмущения, а также время его прибытия к Земле. Средняя абсолютная ошибка оценки времени распространения межпланетных корональных выбросов массы для рассмотренных 364 событий составляет 11.5 ч, а средняя относительная ошибка — 16.5%.

23.05-01.558 Нелинейная зависимость от геомагнитной активности отношения максимального потока заряженных частиц на геостационарной орбите к минимальному. Смолин С.В. Геомагнетизм и аэрономия. 2023. 63, № 5, с. 609-618. Рус.

Предложена новая математическая модель с использованием обыкновенного дифференциального уравнения, описывающая аналитически (когда индекс геомагнитной активности $Kp = \text{const}$ или $Kp \approx \text{const}$) или численно (если $Kp(t) \approx \text{const}$) перпендикулярные (для пич-угла 90°) дифференциальные или интегральные потоки релятивистских электронов на геостационарной (геосинхронной) орбите, а также на любой круговой орбите в магнитосфере Земли. В модели предполагается, что потоки зависят от местного времени ЛТ на орбите, Kp , параметра Мак-Илвейна L и перпендикулярного дифференциального потока или интегрального потока релятивистских электронов, взятых для 00 ЛТ. Используются наблюдения потоков релятивистских (>2 МэВ) электронов, усредненные по местному часу ЛТ вдоль орбиты космического аппарата GOES с 1995 по 2009 г. Выполнено сравнение модели с этими данными. Получено практически идеальное согласие наблюдений с моделью при эффективности предсказания точности модели $PE = 0.9989$. Использование аналогичных данных аппарата GOES 10 позволяет получить $PE = 0.9924$. Предложенные формулы позволяют находить, например, среднюю величину перпендикулярного интегрального потока релятивистских электронов за сутки и прогнозировать приблизительно на сутки вперед максимальный перпендикулярный интегральный поток релятивистских электронов на геостационарной орбите. Нелинейный эффект теоретически прогнозируется в виде нелинейной зависимости отношения максимального перпендикулярного интегрального потока к минимальному потоку заряженных частиц на геостационарной орбите от Kp -индекса геомагнитной активности. Пока сравнение модели с усредненными интегральными потоками релятивистских электронов произведено для диапазона

$0 \leq Kp < 6$ с прогнозируемым максимальным отношением потоков в 24.4139 раза при $Kp = 8$ и с $PE = 0.8678$.

23.05-01.559 Статистический анализ зависимости критической частоты $foF2$ от различных индексов солнечной активности. Данилов А.Д., Бербенева Н.А. Геомагнетизм и аэрономия. 2023. 63, № 5, с. 619-629. Рус.

Для детального анализа того, как различные индексы солнечной активности описывают зависимости критической частоты ионосферного слоя $F2$, $foF2$, от этой активности, рассматриваются результаты вертикального ионосферного зондирования на ст. Juliusruh в два зимних месяца (январь и февраль), два равноденственных месяца (март и октябрь) и летний месяц июнь. Используются пять индексов солнечной активности: $Ly-\alpha$, $MgII$, Rz , $F30$ и $F10.7$. Изменения $foF2$ сравниваются с соответствующими изменениями в 1957—1980 гг. В качестве меры качества описания зависимости $foF2$ от солнечной активности каждым из индексов используется коэффициент определенности R^2 согласно F-тесту Фишера. Получено, что в зимние месяцы наблюдается хорошо выраженный суточный ход величины R^2 — эта величина в околополуденные часы выше, чем в ночные. Иначе говоря, днем все индексы лучше описывают поведение $foF2$, чем ночью. Хорошо выраженный суточный ход R^2 наблюдается и в равноденственные месяцы для четырех индексов, тогда как для индекса Rz этот ход выражен гораздо хуже, и наблюдается сильный разброс значений R^2 . В июне суточный ход величины R^2 отсутствует вовсе, и наблюдаются скачки этой величины от часа к часу. На основании проведенного анализа наиболее надежными для описания зависимости $foF2$ от солнечной активности для всех часов суток представляются индексы $MgII$, $F30$ и $Ly-\alpha$.

23.05-01.560 Свойства изменчивости концентрации максимума $F2$ -слоя над Алма-Атой при разных уровнях солнечной и геомагнитной активности. Демин М.Г., Демин Г.Ф., Денуев В.Х., Денуева А.Х. Геомагнетизм и аэрономия. 2023. 63, № 5, с. 630-637. Рус.

На основе часовых данных ст. Алма-Ата ($43.2^\circ N$, $104^\circ E$) за 1958—1988 гг. проведен анализ свойств изменчивости концентрации максимума $F2$ -слоя Nm при разных уровнях солнечной и геомагнитной активности. Для характеристик этой изменчивости использованы стандартное отклонение $\sigma(x)$ флуктуаций Nm относительно спокойного уровня ($x = (Nm/Nm_0 - 1) \times 100$, %) и средний сдвиг этих флуктуаций x_{ave} . На этом пути создана эмпирическая модель концентрации максимума $F2$ -слоя Nm_0 для низкой геомагнитной активности. Получено, что изменчивость Nm слабо зависит от уровня солнечной активности. Зависимость изменчивости Nm от геомагнитной активности является одной из основных, наряду с зависимостями этой изменчивости от времени суток и сезона. В целом дисперсия $\sigma^2(x)$ для спокойных условий меньше, чем для периодов высокой геомагнитной активности. Однако в периоды высокой геомагнитной активности дальнейший рост геомагнитной активности не приводит к увеличению дисперсии $\sigma^2(x)$. Насыщение в увеличении дисперсии $\sigma^2(x)$ при продолжающемся увеличении геомагнитной активности и отсутствие этого насыщения для среднего сдвига x_{ave} , по-видимому, является устойчивым свойством изменчивости ионосферы средних широт в периоды геомагнитных бурь. Этот вывод получен на основе дополнительного анализа изменчивости ионосферы по данным станций Иркутск и Ямагава (Yamagawa), которые расположены примерно на 10 градусов севернее и южнее ст. Алма-Ата соответственно.

23.05-01.561 О единственности решения систем линейных алгебраических уравнений, к которым редуцируются обратные линейные задачи гравиметрии и магнитометрии: локальный случай. Колотов И.И., Лукьяненко Д.В., Степанова И.Э., Ягола А.Г. Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. 63, № 8, с. 1317-1331. Рус.

Рассматриваются вопросы однозначной разрешимости систем линейных алгебраических уравнений, к которым редуцируются многие обратные задачи геофизики в результате дискретизации. Приводятся примеры вырожденных и невырожденных систем разных размерностей, возникающих при интерпретации

гравиметрических и магнитометрических данных.

23.05-01.562 Полный учет энергии гравитационного поля в космологии и баллистике космических аппаратов. *Попов И.П. Инженерная физика.* 2023, № 8, с. 24-28. Рус.

Даны определения запасаемой гравитационной энергии. Вычислена величина ограниченной гравитационной энергии двух массивных взаимно не проникающих шаров. Установлено, что запасаемая гравитационная энергия всегда положительна. Представлена формула максимально возможной гравитационной энергии двух массивных шаров, которая может использоваться для оценки энергии слияния космических объектов, в частности, газо-, пылеобразных и плазменных и т.д., а также для баллистических расчетов космических полетов. Ключевые слова: гравитация, масса, запасаемая энергия, работа, шар, центр.

23.05-01.563 Радиационно-конвективный нагрев поверхности марсианского спускаемого аппарата MSL при учете турбулентного характера обтекания. *Суржиков С.Т. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2023, № 5, с. 119-137. Рус.

Пространственная компьютерная модель, основанная на усредненных по Рейнольдсу уравнениях Навье—Стокса совместно с алгебраическими моделями турбулентного смещения Боддуина—Ломакса и Прандтля, использована для расчета радиационно-конвективного теплообмена на поверхности спускаемого марсианского аппарата MSL. Показаны интенсификация конвективного теплообмена на подветренной стороне лобового аэродинамического щита и превосходство плотности радиационного теплового потока над конвективным на задней поверхности. Расчеты выполнены с использованием модели физически и химически неравновесного газа. Выполнено сравнение с результатами расчетов по другим вычислительным моделям и с летными данными по тепловой нагрузке на спускаемый аппарат, полученными при спуске MSL в плотных слоях атмосферы Марса.

23.05-01.564 Исследование степени управляемости космического аппарата при полете по опорной траектории в атмосфере Марса. *Юйхуэй Ху, Шэнь Кай, Селезнева М.С., Пролетарский А.В., Неусытин К.А. Автоматизация и современные технологии.* 2022, № 10, с. 457-462. Рус.

Исследован процесс посадки космического летательного аппарата на Марс или другую планету. При спуске летательного аппарата в атмосфере выбрана тестовая математическая модель наведения. Для определения степени управляемости при движении по различным траекториям применен критерий степени управляемости. Приведено математическое моделирование процесса наведения космического аппарата при спуске в атмосфере Марса по схеме отслеживания программной траектории с использованием алгоритма управления с активной компенсацией возмущений и пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) регулятора. По результатам моделирования можно оценить и сравнить оптимальность различных опорных траекторий с помощью критерия, который используется как индикатор для исследования влияния параметров траектории на процесс посадки с точки зрения управляемости.

23.05-01.565 Совершенствование метода предварительной обработки звездной карты с использованием оператора Собеля. *Бо Ян, Неусытин К.А. Автоматизация и современные технологии.* 2023, № 7, с. 308-314. Рус.

Предложена модификация метода предварительной обработки звездной карты, основанная на операторе Собеля. Так как изображения звездного датчика в разной степени подвергаются рассеиванию света для устранения области яркости в центре звезды, избегания влияния чрезмерного расширения звездной точки и сохранения большего объема информации о характеристиках звездных точек выполняются обнаружение границ и стилизованная морфологическая обработка. Усовершенствованный метод демонстрирует хорошую адаптируемость и точность извлечения достоверной информации.

23.05-01.566 Проектирование низкоэнергетических лунных перелетов, траектория которых проходит в окрестности точек либрации системы Земля—Луна. Часть 2. Алгоритм и численный анализ. *Константинов М.С., Тант А.М. Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования.* 2023, 24, № 2, с. 111-120. Рус.

Приводится алгоритм проектирования низкоэнергетической траектории лунного перелета. Он основан на предположении о том, что траектории низкоэнергетического перелета проходят через окрестность одной из коллинеарных точек либрации системы Земля—Луна (L1 или L2). Предполагается, что в момент пролета космическим аппаратом окрестности точки либрации элементы оскулирующей геоцентрической орбиты космического аппарата близки к элементам оскулирующей геоцентрической орбиты самой точки либрации. Представлены результаты численного анализа полученной низкоэнергетической траектории лунного перелета. Показано, что использование такой траектории позволяет уменьшить тормозной импульс скорости при переходе на низкую окололунную орбиту до значения 638 м/с (при традиционной схеме перелета этот импульс оказывается больше 800 м/с). Проанализировано влияние солнечных гравитационных возмущений на траекторию перелета. Выявлено, что эти возмущения обеспечивают подлет космического аппарата к окрестности Луны с отрицательной селеноцентрической константой энергии и способствуют временному захвату космического аппарата Луной. Исследовано влияние земного гравитационного возмущения на окололунный участок траектории. Установлено, что на найденной траектории это возмущение эффективно уменьшает селеноцентрическую скорость космического аппарата. Рассмотрены условия пролета космического аппарата в окрестности точки либрации.

23.05-01.567 Алгоритм поддержки принятия управленческих решений при автономном управлении космическими аппаратами в атмосфере планеты. *Орлов Д.А., Куреев С.А., Самусенко О.Е., Мельников В.М. Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования.* 2023, 24, № 2, с. 121-134. Рус.

Разработан новый алгоритм принятия автономных решений при управлении космическими аппаратами, осуществляющими спуск в атмосфере, который позволяет осуществить устойчивое управление космическим аппаратом относительно номинальных траекторий полета, что обеспечивает возможность надежного выполнения целевых задач космических миссий. Сформированы аналитические зависимости, с помощью которых можно получить высокоточные расчеты параметров движения космического аппарата в атмосфере и определить корректирующие программы управления аппаратом. Это позволяет реализовать движение космического аппарата в атмосфере по траекториям, близким к оптимальным, даже в условиях значительных воздействий возмущающих факторов на динамику полета аппарата. Дана оценка работоспособности алгоритма принятия автономных решений на примере парирования возмущающих воздействий при спуске космического аппарата в атмосферах Марса и Юпитера. Показано, что при полном качественном совпадении данных, рассчитанных с использованием аналитических зависимостей и результатов численного интегрирования, вычислительные погрешности не превышают 3%. При наиболее неблагоприятных сочетаниях навигационных ошибок и вариаций плотности атмосферы обработка составленных корректирующих программ управления в большинстве случаев обеспечивает качественное совпадение возмущенных и номинальных траекторий. Разработанный алгоритм принятия автономных решений на основе аналитических зависимостей может быть эффективно применен при движении космического аппарата в атмосферах планет при различных краевых условиях, ограничениях, проектных характеристиках аппарата и моделях атмосферы.

23.05-01.568 О природе серебристых облаков. *Свиридов А.Н., Сагинов Л.Д. Прикладная физика.* 2023, № 4, с. 5-15. Рус.

Рассмотрена динамика температуры частиц с характерным размером 10^{-7} – 10^{-6} м на границе земной атмосферы и космического пространства. На примере наночастиц графита показано, что на высоте 80–90 км от поверхности Земли частицы

с размером $5 \cdot 10^{-7}$ м и меньше могут нагреваться выше температуры начала свечения (~ 900 К), достигая температур более 2000 К со светло-бирюзовым свечением. На основании полученных результатов сделан вывод, что серебристые облака, наблюдаемые в (преддawnное и послезакатное время с поверхности Земли, представляют собой скопление раскаленных наночастиц.

23.05-01.569 Генерация мягкого рентгеновского и вакуумного ультрафиолетового излучения при взаимодействии водородного плазменного потока с газовой струей. Топорков Д.А., Бурмистров Д.А., Гаврилов В.В., Житлухин А.М., Костюшин В.А., Лиджигорьев С.Д., Пушина А.В., Пикуз С.А., Рязанцев С.Н., Скобелев И.Ю. *Физика плазмы*. 2023. 49, № 8, с. 807-812. Рус.

Представлены результаты исследований, направленных на создание компактного источника мягкого рентгеновского и вакуумного ультрафиолетового излучения при столкновении мощного плазменного потока с газовой струей. В проведенных экспериментах водородный плазменный поток с энергосодержанием ~ 50 кДж и длительностью 10–15 мкс генерировался импульсным электродинамическим ускорителем. Поток с плотностью $\sim 6 \cdot 10^{15}$ см $^{-3}$ двигался со скоростью $(2-4) \cdot 10^7$ см·с $^{-1}$ в продольном магнитном поле с индукцией до 2 Тл и взаимодействовал с плоской сверхзвуковой газовой струей. Максимальная плотность газа, азота или неона, в струе достигала 10^{17} см $^{-3}$. Продемонстрировано образование компактного излучающего слоя плазмы толщиной 3–5 см, движущегося по ходу водородного плазменного потока со скоростью $\sim 3 \cdot 10^6$ см·с $^{-1}$. В ряде экспериментов для локализации области взаимодействия плазменного потока и газовой струи в зоне, контролируемой диагностическими средствами, использовалась пластина вольфрама в качестве препятствия, ограничивающего смещение излучающей плазмы вдоль магнитного поля. С помощью мягкой рентгеновской обскурографии и спектроскопии получены данные относительно генерации излучения из зоны взаимодействия водородного плазменного потока и газовой струи. Приводятся результаты измерения энергии излучения из образующейся плазмы: ~ 2 кДж в случае азотной струи и ~ 3 кДж в случае неоновой. Численное моделирование линейчатого излучения многозарядных ионов и последующее сопоставление расчетных и экспериментальных данных позволило оценить электронную температуру азотной и неоновой плазмы, образующейся при взаимодействии водородного плазменного потока с газовой струей на уровне ≥ 40 эВ.

23.05-01.570 Пылевая плазма в Солнечной системе: безатмосферные космические тела. Попель С.И., Зеленый Л.М., Захаров А.В. *Физика плазмы*. 2023. 49, № 8, с. 813-820. Рус.

Приведен краткий обзор исследований по пылевой плазме в Солнечной системе. Особое внимание уделяется теоретическим исследованиям, касающимся безатмосферных тел Солнечной системы, проводимым в Институте космических исследований РАН.

23.05-01.571 О резонансных значениях параметров в задаче об устойчивости лагранжевых решений в близкой к круговой ограниченной задаче трех тел. Маркеев А.П. *Прикл. мат. и мех.* 2023. 87, № 4, с. 589-603. Рус.

Рассматривается ограниченная задача трех тел (материальных точек), движущихся под действием гравитационного притяжения по закону Ньютона. Орбиты основных притягивающих тел считаются эллипсами с малым эксцентриситетом, а пассивно гравитирующее тело может совершать произвольное пространственное движение вблизи треугольной точки либрации. Для функции Гамильтона, отвечающей такому движению, указана структура нормальной формы в случае резонансов третьего порядка. С точностью до второй степени эксцентриситета получены уравнения резонансных кривых для всех резонансов плоской ограниченной задачи трех тел до шестого порядка включительно.

23.05-01.572 Численное моделирование выброса вещества в атмосферу при наклонном падении десятикилометровых астероидов в океан. Шувалов В.В. *Вопросы*

инженерной сейсмологии. 2023. 50, № 3, с. 131-138. Рус.

Приведены результаты трехмерного численного моделирования падения десятикилометровых астероидов под углом 45 градусов на твердую поверхность и в океан глубиной от 1 до 6 км. В расчетах получены максимальные массы выброшенных в атмосферу воды, вещества ударника и грунта, а также массы воды, вещества ударника и грунта, оставшиеся в атмосфере через 10 мин после удара. Определена масса паров в выбросах. Показано, что при косых ударах в атмосферу выбрасывается в 2–5 раз больше вещества ударника и грунта, чем при вертикальных.

23.05-01.573 Астрофизический S-фактор в модели прямоугольной потенциальной ямы. Ториллов С.Ю., Мальцев Н.А., Жеребчевский В.И. *Известия РАН. Серия физическая*. 2023. 87, № 8, с. 1210-1213. Рус.

Выполнен анализ астрофизического S-фактора для слияния легких ядер, имеющих важное значение в реакциях звездного нуклеосинтеза, в рамках модели с прямоугольным потенциалом. Данная модель позволила получить хорошее описание экспериментальных данных в подбарьерной области энергий для известных на сегодняшний день реакций слияния четных ядер с массовым числом в диапазоне $12 \leq A \leq 28$. Получены функциональные зависимости для систематики параметров потенциала.

23.05-01.574 Разрушение астрономических систем: теория и наблюдения. Тутуков А.В., Верецагин С.В. *УФН*. 2023. 193, № 9, с. 913-939. Рус.

Обзор посвящён анализу формирования и эволюции потоков астрофизических объектов различной природы. Составляющими потоков являются разрушаемые астрономические объекты: кометы, астероиды, планеты, звёзды, звёздные скопления, галактики. Практически все обозначенные потоки сейчас наблюдаются. Рассмотрены условия разрушения исходных объектов, образования и диссипации названных потоков. Построены численные модели потоков, генерируемых кометами, астероидами, звёздами и их скоплениями, галактиками в их скоплениях, и прослежена эволюция этих потоков в хаббловской шкале времени.

23.05-01.575 Формирование рентгеновского излучения во внутренних областях аккреционных дисков вокруг чёрных дыр, нейтронных звёзд и белых карликов. Титарчук Л.Г., Мишеева Е.В., Лукаш В.Н. *УФН*. 2023. 193, № 9, с. 940-970. Рус.

Описаны важнейшие временные и спектральные характеристики рентгеновского излучения, возникающего вблизи чёрных дыр, нейтронных звёзд и белых карликов при наличии аккрецирующего вещества из окружающего компактный объект диска, и показано, как эти характеристики связаны с физическими параметрами в рассматриваемых системах. Ключевой характеристикой рентгеновского излучения является значение фотонного индекса Γ , определяемого как наклон спектра излучения в диапазоне энергий 0,5–500 кэВ. Если компактным объектом двойной звёздной системы является чёрная дыра (ЧД), то для рентгеновского излучения характерно насыщение фотонного индекса Γ (с возрастанием темпа аккреции), значение Γ варьируется в диапазоне от 2 до 3. В этих системах найдена корреляция между Γ и частотой квазипериодических осцилляций ν QPO, с помощью которой, используя метод масштабирования (скалирования), можно непосредственно определить массу ЧД. Построенная модель переноса излучения стала основой метода масштабирования, дающего также независимую оценку массы и в случае сверхмассивной ЧД. Формирующийся рентгеновский спектр в широком диапазоне энергий может быть описан комбинацией тепловой, комптонизационной и гауссовых компонент (описывающих эмиссионные линии). Модель переноса излучения вблизи чёрных дыр и нейтронных звёзд позволяет объяснить свойства рентгеновского излучения и в случае, если компактным объектом является белый карлик. На примере четырёх карликовых новых U Gem, SS Cyg, VV Пуи и SS Aur — показано, что континуум рентгеновского спектра немагнитных катаклизмических переменных может быть описан как результат комптонизации мягких фотонов на горячих электронах окружающего белый карлик аккреционного облака.

23.05-01.576 Проблема темной материи и коррекции

формулы гравитационного взаимодействия на межгалактических расстояниях. *Волкова О.А., Хамис Хасан М.Х., Евдокимов Н.В., Камалов Ю.Т., Камалов Т.Ф.* *Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат.* 2023, № 2, с. 29-37. Рус.

Цель: подобрать корректирующие поправки в виде дополнительных переменных в уравнениях движения для анализа проблемы тёмной материи. Процедура и методы. Проведены исследования методом введения высших производных в виде нелокальных переменных для описания гравитационного взаимодействия на межгалактических расстояниях. Проведён анализ содержания работ в соотнесении формулы гравитационного взаимодействия на галактических расстояниях от ускорения и её высших производных по времени. Результаты. Подобранный теоретическая поправка даёт хорошее совпадение теории с экспериментальными результатами и позволяет объяснить ранее

необъяснимые эффекты, приводящие к понятию тёмной материи. Это становится возможным с помощью введения дополнительных переменных в виде высших производных. Теоретическая и/или практическая значимость заключается в новых полученных нами результатах вычисления поведения галактик с помощью коррекционной поправки к формуле гравитационного взаимодействия на межгалактических расстояниях. Такие теоретические расчёты совпадают с экспериментальными данными.

См. также **23.05-01.7К, 23.05-01.13, 23.05-01.14, 23.05-01.15, 23.05-01.16, 23.05-01.17, 23.05-01.18, 23.05-01.19, 23.05-01.20, 23.05-01.24, 23.05-01.25, 23.05-01.26, 23.05-01.27, 23.05-01.28, 23.05-01.29, 23.05-01.30, 23.05-01.149, 23.05-01.150, 23.05-01.167, 23.05-01.171, 23.05-01.172, 23.05-01.173, 23.05-01.222**

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

В

Baggioli M. **23.05-01.101**

А

Абдирашев О.К. **23.05-01.542**
 Абдрашитов А.А. **23.05-01.65**
 Абдуламонов Х.А. **23.05-01.89**
 Абрашкин А.А. **23.05-01.122**
 Абубекеров М.К. **23.05-01.448**
 Абунина А.А. **23.05-01.556**,
23.05-01.557
 Абунина М.А. **23.05-01.556**,
23.05-01.557
 Авалос Касканте Ф.Э. **23.05-01.195**
 Аванесов Г.А. **23.05-01.252**,
23.05-01.254, **23.05-01.267**,
23.05-01.268, **23.05-01.277**,
23.05-01.362, **23.05-01.441**,
23.05-01.442, **23.05-01.453**,
23.05-01.464, **23.05-01.484**
 Авилов А.М. **23.05-01.291**
 Агаркова Е.О. **23.05-01.81**
 Агафонов Ю.Н. **23.05-01.506**
 Агеева Е.В. **23.05-01.194**
 Аккерман В.Б. **23.05-01.40**
 Акоюн А.Л. **23.05-01.398**
 Аксенов С.А. **23.05-01.402**
 Аксёнов С.А. **23.05-01.412**,
23.05-01.432
 Акчурун Р.З. **23.05-01.211**
 Алабужев А.А. **23.05-01.42**
 Алакоз А.В. **23.05-01.401**
 Алгазин С.Д. **23.05-01.82**, **23.05-01.85**
 Алексеев Д.А. **23.05-01.168**
 Алексеев О.А. **23.05-01.137**
 Алексеева Н.С. **23.05-01.499**
 Алешин С.В. **23.05-01.380**
 Алипбаев К.А. **23.05-01.458**
 Алифов А.А. **23.05-01.10К**
 Амелюшкин А.М. **23.05-01.296**
 Ангаров В.Н. **23.05-01.502**
 Андреев И.Е. **23.05-01.188**
 Андреева И.Г. **23.05-01.180**
 Андреевский С.Е. **23.05-01.494**
 Андреевков Д.В. **23.05-01.507**
 Аникеева М.И. **23.05-01.158**
 Аникин А.А. **23.05-01.227**
 Анисимов И.М. **23.05-01.179**
 Аносов А.А. **23.05-01.184**
 Анохин М.В. **23.05-01.298**
 Антоненко С.А. **23.05-01.283**
 Антонов И.Л. **23.05-01.84**
 Ануар Г.А. **23.05-01.542**
 Ануфрейчик К.В. **23.05-01.295**,
23.05-01.300
 Аптекарь Р.Л. **23.05-01.293**
 Аптикаева О.И. **23.05-01.170**
 Ардашев Д.В. **23.05-01.38**
 Арделян Н.В. **23.05-01.391**
 Артамонов Е.В. **23.05-01.69**,
23.05-01.78
 Артемьев А.В. **23.05-01.242**
 Артоболевский И.И. **23.05-01.9К**
 Асеев С.А. **23.05-01.399**
 Астахов С.А. **23.05-01.79**
 Афанасенков Ю.М. **23.05-01.278**
 Афанасьев Л.В. **23.05-01.153**
 Афанасьева Т.И. **23.05-01.433**,
23.05-01.434
 Афонин В.В. **23.05-01.495**
 Ахремчик О.Л. **23.05-01.187**

Аязбаев Г.М. **23.05-01.503**

Б

Бабанин Н.В. **23.05-01.213**
 Бабанов А.А. **23.05-01.470**
 Бажанов А.И. **23.05-01.86**
 Базилевский А.В. **23.05-01.96**
 Базилевский А.Т. **23.05-01.482**
 Базулев И.И. **23.05-01.187**
 Байгуттуев А.А. **23.05-01.448**,
23.05-01.457
 Байсеитов М.Н. **23.05-01.208**
 Бакланов П.В. **23.05-01.234**
 Балабин Ю.В. **23.05-01.236**,
23.05-01.306
 Балашев С.А. **23.05-01.320**
 Балашов С.А. **23.05-01.194**
 Балицкий Ф.Я. **23.05-01.11К**
 Ваньщикова М.А. **23.05-01.549**
 Баранов А.А. **23.05-01.168**
 Баранов В.Б. **23.05-01.518**
 Баранова Ю.А. **23.05-01.21**
 Бараш Л.Ю. **23.05-01.381**,
23.05-01.382
 Барков А.В. **23.05-01.2К**
 Баркова Н.А. **23.05-01.2К**
 Барсуков А.Р. **23.05-01.104**
 Барсуков Р.В. **23.05-01.104**
 Барсукова А.А. **23.05-01.57**
 Барта М. **23.05-01.554**
 Барталев С.А. **23.05-01.245**
 Басхаев Д.Л. **23.05-01.545**
 Батанов О.В. **23.05-01.502**
 Батуев С.П. **23.05-01.102**
 Бахолдин А.В. **23.05-01.255**,
23.05-01.446
 Бахшиян Б.Ц. **23.05-01.303**
 Баяндина О.С. **23.05-01.400**,
23.05-01.401
 Бедняков С.А. **23.05-01.228**
 Безруких В.В. **23.05-01.517**
 Беленьков Р.Н. **23.05-01.118**
 Беликова А.Б. **23.05-01.526**
 Белинская Е.В. **23.05-01.254**,
23.05-01.443, **23.05-01.444**,
23.05-01.445
 Белов А.В. **23.05-01.556**,
23.05-01.557
 Белоконов И.В. **23.05-01.496**
 Беломытцева Е.С. **23.05-01.108**
 Белоненко Т.В. **23.05-01.134**
 Белопухов Л. **23.05-01.32**,
23.05-01.543, **23.05-01.544**
 Белослудцев К.Ю. **23.05-01.196**
 Беляев К.В. **23.05-01.45**
 Беляева А.С. **23.05-01.113**
 Белянкова Т.И. **23.05-01.110**
 Бербенева Н.А. **23.05-01.559**
 Беседина А.Н. **23.05-01.166**
 Бескин В.С. **23.05-01.398**
 Бессонов Р.В. **23.05-01.252**,
23.05-01.267, **23.05-01.268**,
23.05-01.277, **23.05-01.441**,
23.05-01.442, **23.05-01.452**,
23.05-01.453, **23.05-01.455**
 Бестугин А.Р. **23.05-01.114**
 Бехер С.А. **23.05-01.185**, **23.05-01.192**
 Биктимиров М.Р. **23.05-01.383**
 Бирюков А.В. **23.05-01.273**,
23.05-01.274, **23.05-01.275**,
23.05-01.276, **23.05-01.448**,
23.05-01.457

Бирюков С.А. **23.05-01.209**
 Бирюков С.В. **23.05-01.111**
 Бирюков В.И. **23.05-01.79**
 Бисикало Д.В. **23.05-01.492**
 Бисноватый-Коган Г.С. **23.05-01.391**
 Битюрин А.А. **23.05-01.76**
 Благодарнова Е.В. **23.05-01.203**
 Бламон Ж. **23.05-01.353**
 Блинков О.Г. **23.05-01.199**
 Блинов Д.А. **23.05-01.147**
 Бо Ян **23.05-01.565**
 Бобер С.А. **23.05-01.432**
 Бобровницкий Ю.И. **23.05-01.9К**
 Богачёв Д.Л. **23.05-01.283**
 Богачев И.В. **23.05-01.72**
 Богачёв С.А. **23.05-01.256**
 Богачев С.А. **23.05-01.290**,
23.05-01.497
 Богина М.М. **23.05-01.552**
 Богомоллов В.В. **23.05-01.296**
 Боднар Л. **23.05-01.502**
 Бойкачев В.Н. **23.05-01.498**
 Бойчук И.П. **23.05-01.55**
 Бокучава П.Н. **23.05-01.301**
 Болотнова Р.Х. **23.05-01.93**
 Бондарев В.Г. **23.05-01.285**
 Бондаренко М.А. **23.05-01.272**
 Бопеев Т.М. **23.05-01.458**
 Борисов Н.В. **23.05-01.403**
 Бородина И.А. **23.05-01.54**
 Босняков С.М. **23.05-01.159**,
23.05-01.161
 Ботвина Л.Р. **23.05-01.216**,
23.05-01.217
 Бочаров В.С. **23.05-01.499**
 Бояркин Е.В. **23.05-01.192**
 Брегман В. **23.05-01.377**
 Бреус Т.К. **23.05-01.363**,
23.05-01.521, **23.05-01.527**
 Брехов О.М. **23.05-01.500**
 Брильков И.А. **23.05-01.505**
 Бровкина Ю.И. **23.05-01.156**
 Брысин Н.Н. **23.05-01.442**
 Бугрова А.Д. **23.05-01.402**
 Булатов В.В. **23.05-01.221**
 Бульчев В.В. **23.05-01.194**
 Бунтов Г.В. **23.05-01.270**,
23.05-01.460
 Буренин Р.А. **23.05-01.516**
 Буркин В.В. **23.05-01.102**
 Бурмистров Д.А. **23.05-01.569**
 Бусарев В.В. **23.05-01.491**
 Бутенко А.Э. **23.05-01.402**
 Быкаев Р.Ж. **23.05-01.503**
 Быкова Н.Г. **23.05-01.97**
 Бычков С.Н. **23.05-01.51**
 Бычков Ю.П. **23.05-01.260**
 Бычкова А. **23.05-01.228**

В

Вайсберг О.Л. **23.05-01.328**,
23.05-01.515
 Валиев Х.Ф. **23.05-01.126**
 Вальтц И.Е. **23.05-01.400**,
23.05-01.401
 Валиев И.Н. **23.05-01.468**
 Ванюшин М.В. **23.05-01.66**
 Варенов А.А. **23.05-01.301**
 Васенин В.А. **23.05-01.384**
 Василенко А.М. **23.05-01.137**
 Васильев А.С. **23.05-01.131**
 Васильев Д.В. **23.05-01.69**,

23.05-01.78

Васильевский С.А. **23.05-01.119**
Васюков С.В. **23.05-01.360**
Вашенюк Э.В. **23.05-01.306**
Вашковьяк М.А. **23.05-01.423**,
23.05-01.430
Вашковьяк С.Н. **23.05-01.430**
Веденькин Н.Н. **23.05-01.296**
Вениаминов С.С. **23.05-01.304**
Верещагин В.Ю. **23.05-01.129**
Верещагин С.В. **23.05-01.574**
Верховцева А.В. **23.05-01.270**,
23.05-01.460, **23.05-01.462**
Вершинин Н.Н. **23.05-01.204**
Ветринский Ю.А. **23.05-01.301**
Винниченко Н.А. **23.05-01.123**
Вировлянский А.Л. **23.05-01.218**
Владимиров И.Ю. **23.05-01.221**
Владимирова Г.А. **23.05-01.528**
Владимирова И.С. **23.05-01.168**
Владыкин А.Л. **23.05-01.196**
Власенков Е.В. **23.05-01.266**
Власкин А.Л. **23.05-01.507**
Власов П.А. **23.05-01.223**
Власова Н.А. **23.05-01.505**
Вовченко В.В. **23.05-01.508**
Волков А.В. **23.05-01.159**
Волкова А.А. **23.05-01.143**
Волкова О.А. **23.05-01.576**
Володарский А.Б. **23.05-01.90**
Волчек О.М. **23.05-01.67**
Воронин В.В. **23.05-01.69**,
23.05-01.78
Воронин П.В. **23.05-01.305**
Воронков С.В. **23.05-01.254**,
23.05-01.443, **23.05-01.444**,
23.05-01.445
Воронцов Д.Д. **23.05-01.181**
Воропаев В.В. **23.05-01.199**
Воротягин В.Н. **23.05-01.539**
Выблый Ю.П. **23.05-01.249**
Выборнов В.И. **23.05-01.229**
Вьюшкова Т.Ю. **23.05-01.504**

Г

Габдеев М.М. **23.05-01.403**
Габсатаров Ю.В. **23.05-01.168**
Гаврилов А.Л. **23.05-01.442**
Гаврилов В.В. **23.05-01.569**
Гаврилова К.И. **23.05-01.417**
Гаджиев Э.В. **23.05-01.499**
Гайдук Р.К. **23.05-01.128**
Галеев А.И. **23.05-01.407**
Галкин В.А. **23.05-01.46**
Галкин В.И. **23.05-01.298**
Галкин С.С. **23.05-01.119**
Галушина Т.Ю. **23.05-01.466**,
23.05-01.545
Ганжа О.Ю. **23.05-01.133**
Гарбарук А.В. **23.05-01.45**
Гарипов Г.К. **23.05-01.504**
Гвоздевский Б.Б. **23.05-01.306**
Гектин Ю.М. **23.05-01.484**
Генералов А.Г. **23.05-01.499**
Генкин М.Д. **23.05-01.9К**,
23.05-01.12К
Герасимов Г.Я. **23.05-01.97**
Герасимов М.В. **23.05-01.308**,
23.05-01.399, **23.05-01.404**
Герасимов М.Д. **23.05-01.188**
Герасимов Р.А. **23.05-01.176**
Герасимчук В.В. **23.05-01.540**
Германенко А.В. **23.05-01.306**
Гильфанов М.Р. **23.05-01.516**

Гладышев В.А. **23.05-01.378**
Гладышев В.О. **23.05-01.264**,
23.05-01.471
Глазкин Д.Н. **23.05-01.297**
Глебо П.Ю. **23.05-01.127**
Глызин С.Д. **23.05-01.385**
Гляненько А.С. **23.05-01.292**,
23.05-01.294
Говердовский В.Н. **23.05-01.156**
Голенецкий С.В. **23.05-01.293**
Головин Д.В. **23.05-01.227**
Головко Ю.И. **23.05-01.111**
Голубкина И.В. **23.05-01.95**
Голубков В.Д. **23.05-01.45**
Голубцова Н.А. **23.05-01.434**
Горбачев Р.И. **23.05-01.155**
Горгиладзе Г.И. **23.05-01.182**
Гордеев А.В. **23.05-01.539**
Горланов Н.Е. **23.05-01.125**
Горшков В.А. **23.05-01.439**
Горшонков А.С. **23.05-01.51**
Готлиб В.М. **23.05-01.502**
Грабовенская С.А. **23.05-01.94**
Гребенев С.А. **23.05-01.516**
Гребеников Е.А. **23.05-01.366**
Грибовский К.С. **23.05-01.293**
Григорьев А.В. **23.05-01.357**
Григорьев В.А. **23.05-01.145**
Гридчина Т.А. **23.05-01.434**
Гришин В.А. **23.05-01.284**,
23.05-01.467
Гришин С.В. **23.05-01.33**
Грунтман М.А. **23.05-01.520**
Гудкова Т.В. **23.05-01.480**
Гульельми А.В. **23.05-01.167**
Гульцов С.В. **23.05-01.442**
Гумеров А.М. **23.05-01.98**
Гусев А.П. **23.05-01.301**

Д

Давлетшин Ф.Ф. **23.05-01.211**
Данилов А.Д. **23.05-01.559**
Данилов В.Г. **23.05-01.128**
Данилова Е.А. **23.05-01.71**
Данхэм Д.У. **23.05-01.432**
Даньков Б.Н. **23.05-01.212**
Двойченко Ю.А. **23.05-01.130**
Дементьев В.Ю. **23.05-01.267**,
23.05-01.268
Демидов Д.Е. **23.05-01.386**
Деминов М.Г. **23.05-01.560**
Деминова Г.Ф. **23.05-01.560**
Деминова Н.Р. **23.05-01.403**
Демченко С.К. **23.05-01.189**,
23.05-01.193
Денисенко М.В. **23.05-01.387**
Денисов В.Е. **23.05-01.138**
Денисова М. **23.05-01.219**
Депуев В.Х. **23.05-01.560**
Депуева А.Х. **23.05-01.560**
Дзюба Е.С. **23.05-01.229**
Дитлов В.А. **23.05-01.298**
Дмитриев А.Л. **23.05-01.222**
Дмитриев А.О. **23.05-01.550**
Дмитриев С.В. **23.05-01.101**
Добрян М.Б. **23.05-01.298**
Доброленский Ю.С. **23.05-01.501**
Докучаев Л.В. **23.05-01.422**
Дольников Г.Г. **23.05-01.228**
Дорофеева В.А. **23.05-01.489**,
23.05-01.490
Доценко О.А. **23.05-01.108**
Драченко В.Н. **23.05-01.144**
Дроздова Т.Ю. **23.05-01.253**

Дружинин О.А. **23.05-01.87**,
23.05-01.388
Дубень А.П. **23.05-01.212**
Дубко Е.Б. **23.05-01.64**
Дубов А.Е. **23.05-01.228**,
23.05-01.298
Дудник А.В. **23.05-01.291**
Дымова О.А. **23.05-01.135**
Дьячкова М.В. **23.05-01.227**
Дьячковский А.С. **23.05-01.102**,
23.05-01.103

Е

Евдокимов Н.В. **23.05-01.576**
Евдокимова М.А. **23.05-01.307**
Егоров М.В. **23.05-01.230**
Егоров С.Б. **23.05-01.155**
Егошин О.О. **23.05-01.51**
Екомасов Е.Г. **23.05-01.98**
Елубаев С.А. **23.05-01.458**
Ельцов А.Е. **23.05-01.190**
Емельянов Н.В. **23.05-01.430**
Ергалиев Д.С. **23.05-01.542**
Еремеева А. **23.05-01.367**
Еремук В.В. **23.05-01.550**
Ермолаев В.И. **23.05-01.121**
Ермолаев Ю.Г. **23.05-01.153**
Ермолаев Ю.И. **23.05-01.246**
Ерофеев В.И. **23.05-01.120**
Ерохин Н.С. **23.05-01.315**,
23.05-01.317, **23.05-01.321**,
23.05-01.411
Ерохина О.С. **23.05-01.309**,
23.05-01.322
Ершова В.А. **23.05-01.361**
Ерышев А.В. **23.05-01.148**
Есипов В.Ф. **23.05-01.371**
Есипов И.Б. **23.05-01.100**,
23.05-01.173
Ефремова Е.С. **23.05-01.191**

Ж

Жарков В.Н. **23.05-01.480**
Жданов А.В. **23.05-01.200**
Жданов П.А. **23.05-01.500**
Жеребчевский В.И. **23.05-01.573**
Жижченко А.Б. **23.05-01.383**
Жильцов Н.Н. **23.05-01.148**
Жиляков П.В. **23.05-01.140**
Жириков А.В. **23.05-01.540**
Житлухин А.М. **23.05-01.569**
Жмур В.В. **23.05-01.134**
Жуков А.О. **23.05-01.451**,
23.05-01.459, **23.05-01.466**,
23.05-01.468
Жуков А.С. **23.05-01.38**
Жуков Б.С. **23.05-01.280**,
23.05-01.455, **23.05-01.464**,
23.05-01.465
Жуков С.Б. **23.05-01.279**,
23.05-01.465
Жумаев З.С. **23.05-01.507**
Жур Т.А. **23.05-01.250**
Журавлева В.П. **23.05-01.204**
Жучкова Е.А. **23.05-01.292**
Жучкова О.С. **23.05-01.60**

З

Забелинский И.Е. **23.05-01.97**
Забякин А.С. **23.05-01.270**,
23.05-01.460, **23.05-01.462**
Завгородний Д.С. **23.05-01.463**

Завьялов А.Д. 23.05-01.167
 Завьялов В.В. 23.05-01.94
 Зайцев Б.Д. 23.05-01.54
 Зайцев М.А. 23.05-01.308,
 23.05-01.399, 23.05-01.404
 Зайцев М.Л. 23.05-01.40
 Зайцева О.Н. 23.05-01.60
 Залота А.К. 23.05-01.179
 Зарецкая Е.В. 23.05-01.529
 Зарифзода А.К. 23.05-01.116
 Засимова М.А. 23.05-01.63
 Заславский Г.С. 23.05-01.427
 Засова Л.В. 23.05-01.348,
 23.05-01.350, 23.05-01.356,
 23.05-01.477
 Захаркин Г.В. 23.05-01.283
 Захаров А.В. 23.05-01.228,
 23.05-01.483, 23.05-01.570
 Захаров А.И. 23.05-01.257,
 23.05-01.258, 23.05-01.273,
 23.05-01.274, 23.05-01.275,
 23.05-01.276, 23.05-01.448,
 23.05-01.451, 23.05-01.457,
 23.05-01.459, 23.05-01.466
 Захарьев И.Ю. 23.05-01.309
 Зезюля В.В. 23.05-01.194
 Зеленый Л.М. 23.05-01.26,
 23.05-01.231
 Зелёный Л.М. 23.05-01.502
 Зеленый Л.М. 23.05-01.509,
 23.05-01.510, 23.05-01.535,
 23.05-01.570
 Земляк В.Л. 23.05-01.131
 Земсков А.В. 23.05-01.73
 Зензинов А.А. 23.05-01.384
 Зенов К.Г. 23.05-01.117
 Зенченко Е.В. 23.05-01.215
 Зенченко П.Е. 23.05-01.215
 Зилитинкевич С.С. 23.05-01.388
 Зимовец И.В. 23.05-01.326,
 23.05-01.415, 23.05-01.497,
 23.05-01.553
 Зинин П.В. 23.05-01.66
 Зиновьев И.А. 23.05-01.459
 Золотарёв В.В. 23.05-01.405
 Зотов О.Д. 23.05-01.167
 Зубин М.А. 23.05-01.64
 Зыбин Ю.Н. 23.05-01.449

И

Иванов Д.С. 23.05-01.261,
 23.05-01.262, 23.05-01.263,
 23.05-01.310, 23.05-01.447
 Иванов Н.Г. 23.05-01.63
 Иванов Н.И. 23.05-01.269
 Иванов Ю.С. 23.05-01.290
 Иванова М.А. 23.05-01.11К
 Иванцов А.О. 23.05-01.175
 Иванчик А.В. 23.05-01.320
 Ивашкин В.В. 23.05-01.428
 Ивлев Н.А. 23.05-01.262,
 23.05-01.310, 23.05-01.447,
 23.05-01.507
 Игнатьев Н.Н. 23.05-01.302
 Извекова Ю.Н. 23.05-01.231
 Илларионов Е.А. 23.05-01.410
 Ильясов А.А. 23.05-01.508
 Иляхинский А.В. 23.05-01.120
 Инчин А.С. 23.05-01.503
 Инчин П.А. 23.05-01.503
 Ипатов С.И. 23.05-01.488
 Исаев С.А. 23.05-01.64
 Исаков А.Н. 23.05-01.450
 Искендрова А.М. 23.05-01.542

Исламов Д.Ф. 23.05-01.211
 Исраилов М.Ш. 23.05-01.83
 Истомина М.А. 23.05-01.323
 Ищенко А.Н. 23.05-01.102,
 23.05-01.103

К

Кабанов С.И. 23.05-01.185,
 23.05-01.190
 Казанцева Е.А. 23.05-01.373
 Казутина М.Е. 23.05-01.139
 Кайгородов П.В. 23.05-01.492
 Калашников О.А. 23.05-01.297
 Калегаев В.В. 23.05-01.318,
 23.05-01.505
 Каленский С.В. 23.05-01.401
 Калинин М.С. 23.05-01.555
 Калининченко В.А. 23.05-01.151
 Калининчук В.В. 23.05-01.110
 Кальтман Т.И. 23.05-01.553
 Калью В.А. 23.05-01.50
 Калюжный А.В. 23.05-01.502
 Камалов Т.Ф. 23.05-01.576
 Камалов Ю.Т. 23.05-01.576
 Камалутдинов А.М. 23.05-01.60
 Каменских А.О. 23.05-01.70
 Каминкер А.Д. 23.05-01.320
 Капоров И.В. 23.05-01.468
 Карабаджак Г.Ф. 23.05-01.256
 Караваева Е.С. 23.05-01.452
 Карапузиков А.И. 23.05-01.117
 Карбачинский И. 23.05-01.389
 Каредин В.Н. 23.05-01.502
 Карелин А.Ю. 23.05-01.449
 Карзова М.М. 23.05-01.99
 Каримов Б.Т. 23.05-01.495
 Карпенко С.О. 23.05-01.261,
 23.05-01.262, 23.05-01.263,
 23.05-01.310, 23.05-01.447,
 23.05-01.507
 Карпов Е.В. 23.05-01.156
 Каргашева А.А. 23.05-01.228
 Кассем А.И. 23.05-01.231
 Катасонов И.Ю. 23.05-01.253,
 23.05-01.254, 23.05-01.444,
 23.05-01.445
 Катасонов М.М. 23.05-01.154
 Кауц В.Л. 23.05-01.264, 23.05-01.471
 Качусова А.О. 23.05-01.108
 Кашкаров И.А. 23.05-01.495
 Каютин И.С. 23.05-01.252,
 23.05-01.442
 Ким М.Ю. 23.05-01.39
 Кириллов В.И. 23.05-01.58
 Кириченко А.С. 23.05-01.290,
 23.05-01.497
 Киршина И.А. 23.05-01.114
 Клайн Б.И. 23.05-01.167
 Клименко Л.С. 23.05-01.175
 Климов П.А. 23.05-01.383
 Климов С.И. 23.05-01.502
 Климушкин Д.Ю. 23.05-01.311
 Князев А.Н. 23.05-01.270,
 23.05-01.460
 Князев В.О. 23.05-01.271,
 23.05-01.449, 23.05-01.450
 Ковалёва А.С. 23.05-01.437
 Ковачев С.А. 23.05-01.133
 Ковтюх А.С. 23.05-01.505
 Ковш Ю.В. 23.05-01.260
 Когогин Д.А. 23.05-01.406
 Козелов Б.В. 23.05-01.501
 Козин В.М. 23.05-01.129,
 23.05-01.131
 Козлов В.В. 23.05-01.154
 Козлов В.М. 23.05-01.502
 Козлов И.В. 23.05-01.502,
 23.05-01.523
 Козлов Н.В. 23.05-01.219
 Козлов П.В. 23.05-01.97
 Козубская Т.К. 23.05-01.157,
 23.05-01.212
 Кокшайский А.И. 23.05-01.90
 Колбин А.И. 23.05-01.407
 Колесник Д.Ю. 23.05-01.539
 Колесников А.Ф. 23.05-01.119
 Колесниченко А.В. 23.05-01.486,
 23.05-01.487
 Колмаков С.В. 23.05-01.199
 Колонтаева Е.С. 23.05-01.232
 Колосов Д.Е. 23.05-01.301
 Колотилова В.А. 23.05-01.48
 Колотов И.И. 23.05-01.561
 Колюка Ю.Ф. 23.05-01.433,
 23.05-01.434
 Комб М. 23.05-01.346
 Комбаев Т.Ш. 23.05-01.266
 Комшукор Д.А. 23.05-01.205
 Кондратьева Т.В. 23.05-01.281,
 23.05-01.464
 Коновалов А.А. 23.05-01.300
 Коновалов В.В. 23.05-01.43
 Консон А.Д. 23.05-01.143
 Константинов М.С. 23.05-01.566
 Коптев А.А. 23.05-01.269,
 23.05-01.450
 Коптяева Е.А. 23.05-01.233
 Копылов С.В. 23.05-01.547
 Кораблёв О.И. 23.05-01.355,
 23.05-01.478
 Корепанов В.Е. 23.05-01.502
 Корзникова Е.А. 23.05-01.101
 Корнев А.В. 23.05-01.55
 Корнев К.Н. 23.05-01.62
 Коробейников А.Г. 23.05-01.550
 Коробов А.И. 23.05-01.90
 Коробчинская В.А. 23.05-01.93
 Королев А.Г. 23.05-01.298
 Косинов А.Д. 23.05-01.153
 Косов А.С. 23.05-01.551
 Костарев Д.В. 23.05-01.311
 Костенко В.И. 23.05-01.302
 Костерев А. 23.05-01.39
 Костылев К.А. 23.05-01.51
 Костюков В.Н. 23.05-01.1К,
 23.05-01.3К
 Костюшин В.А. 23.05-01.569
 Косырев П.В. 23.05-01.207
 Котов М.А. 23.05-01.119
 Котов Ю.Д. 23.05-01.291,
 23.05-01.292
 Котцов В.А. 23.05-01.514
 Кочарин В.Л. 23.05-01.153
 Кочегаров И.И. 23.05-01.71
 Кочемасов А.В. 23.05-01.292
 Кочетков Н.Ю. 23.05-01.86
 Крайко А.Н. 23.05-01.126
 Крайнев М.Б. 23.05-01.555
 Краснов А.А. 23.05-01.225
 Краснописцев Н.В. 23.05-01.50
 Краснопольский И.А. 23.05-01.226
 Криволицкий А.А. 23.05-01.504
 Криницкий С.А. 23.05-01.121,
 23.05-01.139
 Кронрод В.А. 23.05-01.476
 Кронрод Е.В. 23.05-01.476
 Круглов А.А. 23.05-01.234
 Кружешен Д.П. 23.05-01.352
 Крусанова Н.Л. 23.05-01.275,

- 23.05-01.448**
 Крылов И.В. **23.05-01.428**
 Ксанфомалити Л.В. **23.05-01.484**,
23.05-01.522
 Куделин М.И. **23.05-01.253**,
23.05-01.254, **23.05-01.441**
 Кудрявцев Р.В. **23.05-01.98**
 Кузин С.В. **23.05-01.256**,
23.05-01.290, **23.05-01.497**
 Кузичев И.В. **23.05-01.312**
 Кузнецов В.Д. **23.05-01.494**
 Кузнецов В.П. **23.05-01.199**
 Кузнецов Г.Н. **23.05-01.144**
 Кузнецов Д.А. **23.05-01.540**
 Кузнецов Е.А. **23.05-01.124**
 Кузнецов И.А. **23.05-01.228**
 Кузнецов Н.В. **23.05-01.23**
 Кузьмин А.К. **23.05-01.501**,
23.05-01.531
 Куколева А.А. **23.05-01.504**
 Кукса М.М. **23.05-01.313**
 Кулаков А.Х. **23.05-01.141**
 Кулебакин А.И. **23.05-01.58**
 Кульгин В.В. **23.05-01.210**
 Кумакшев С.А. **23.05-01.163**
 Кумзеров Ю.А. **23.05-01.89**
 Куняев В.В. **23.05-01.269**,
23.05-01.450
 Купреев С.А. **23.05-01.567**
 Куприянов В.В. **23.05-01.255**,
23.05-01.446
 Курбатов А.Н. **23.05-01.185**,
23.05-01.190
 Курбатов Е.В. **23.05-01.291**
 Курганов А.А. **23.05-01.48**
 Куркина А.Н. **23.05-01.252**,
23.05-01.442
 Куртц С.Ю. **23.05-01.400**,
23.05-01.401
 Кусков О.Л. **23.05-01.476**
- Л**
 Лаврентьев В.Г. **23.05-01.435**
 Лан А. **23.05-01.428**
 Лапин А.Д. **23.05-01.53**
 Лапшин Д.Н. **23.05-01.181**
 Ларионов Е.В. **23.05-01.525**
 Ларионова А.В. **23.05-01.216**
 Ларичкин А.Ю. **23.05-01.156**
 Латынцев С.В. **23.05-01.450**,
23.05-01.470
 Ле В.Х. **23.05-01.73**
 Левашов В.Ю. **23.05-01.97**
 Левин В.П. **23.05-01.217**
 Левкина П.А. **23.05-01.548**
 Левко Г.В. **23.05-01.446**
 Левский М.В. **23.05-01.537**
 Лёвшушкина Н.В. **23.05-01.197**
 Легейда В.А. **23.05-01.188**
 Легостаев Д.Ю. **23.05-01.61**
 Леденцов Л.С. **23.05-01.314**
 Ледков А.А. **23.05-01.502**
 Ледков А.С. **23.05-01.541**
 Лежнин К.В. **23.05-01.408**
 Лекомцев С.В. **23.05-01.70**,
23.05-01.74
 Ленков С.В. **23.05-01.196**
 Леонович А.А. **23.05-01.249**
 Лесин А.В. **23.05-01.179**
 Либенсон Е.Б. **23.05-01.136**
 Либерман В.А. **23.05-01.372**
 Ливерко Д.В. **23.05-01.161**
 Лиджигорьев С.Д. **23.05-01.569**
 Липатов А.Н. **23.05-01.283**
- Липеровская Е.В. **23.05-01.169**
 Лискив А.С. **23.05-01.252**,
23.05-01.442
 Лисов Д.И. **23.05-01.227**
 Литвак М.Л. **23.05-01.227**,
23.05-01.239
 Литвиненко Ю.А. **23.05-01.154**
 Литовченко Р.В. **23.05-01.202**
 Лобанов В.Н. **23.05-01.148**
 Лобковский Л.И. **23.05-01.168**
 Логунов А.А. **23.05-01.62**
 Лодкина И.Г. **23.05-01.246**
 Лозбин А.Ю. **23.05-01.503**
 Лозинская Т.А. **23.05-01.376**
 Ломас Арсиниега В.П. **23.05-01.195**
 Лосев Г.И. **23.05-01.50**
 Лукаш В.Н. **23.05-01.575**
 Лукомский И.В. **23.05-01.119**
 Лукьяненко Д.В. **23.05-01.561**
 Луньков А.А. **23.05-01.145**
 Луо С. **23.05-01.555**
 Лупарь Е.Э. **23.05-01.292**
 Лупян М.Е. **23.05-01.300**
 Лутвинов А.А. **23.05-01.516**
 Луттиева М.Н. **23.05-01.301**
 Лыскова Н.Н. **23.05-01.234**
 Лыскова Н.С. **23.05-01.409**
 Лыу Н.Т. **23.05-01.189**, **23.05-01.193**
 Львов В.Н. **23.05-01.255**,
23.05-01.446
 Любимов Д.А. **23.05-01.160**
 Любимова Т.П. **23.05-01.43**,
23.05-01.175
 Людомирский М.Б. **23.05-01.252**,
23.05-01.442
 Лягушин В.И. **23.05-01.292**
 Ляхов А.Н. **23.05-01.501**
 Ляш А.Н. **23.05-01.228**
- М**
 Магер П.Н. **23.05-01.311**
 Мазец Е.П. **23.05-01.293**
 Майлибаева Л.И. **23.05-01.503**
 Майорова В.И. **23.05-01.302**
 Макалкин А.Б. **23.05-01.490**
 Макаров В.С. **23.05-01.283**
 Макаров Н.А. **23.05-01.141**
 Маленко В.В. **23.05-01.161**
 Малова Х.В. **23.05-01.242**
 Малыгин Д.В. **23.05-01.301**
 Малый М.А. **23.05-01.301**
 Мальцев Н.А. **23.05-01.573**
 Мамонов А.М. **23.05-01.81**
 Манагадзе Г.Г. **23.05-01.513**
 Мануйлович С.В. **23.05-01.106**
 Маракасов Д.А. **23.05-01.165**
 Маркеев А.П. **23.05-01.571**
 Маркелов С.В. **23.05-01.255**,
23.05-01.446
 Маркичев М.И. **23.05-01.300**
 Маркова Н.В. **23.05-01.135**
 Маров М.Я. **23.05-01.313**,
23.05-01.473, **23.05-01.487**
 Марусев Д.В. **23.05-01.235**
 Марфин Е.А. **23.05-01.65**
 Маслов И.А. **23.05-01.501**
 Масычев С.И. **23.05-01.111**
 Матвеев В.П. **23.05-01.70**,
23.05-01.74
 Матвеев Л.И. **23.05-01.511**
 Матюшин П.В. **23.05-01.88**
 Маурчев Е.А. **23.05-01.236**
 Махмудзаде Т.М. **23.05-01.220**
 Машошин А.И. **23.05-01.142**
- Маштаков Я.В. **23.05-01.469**
 Медведева Г. **23.05-01.369**
 Мелешко В.К. **23.05-01.237**
 Мелконян А.Л. **23.05-01.213**,
23.05-01.214
 Мелкумян А.А. **23.05-01.556**
 Мельник М.Н. **23.05-01.242**
 Мельников В.М. **23.05-01.567**
 Менщикова Т.И. **23.05-01.238**
 Меньшутин А.Ю. **23.05-01.390**
 Мёрзлый А.М. **23.05-01.501**
 Меркулов Е.С. **23.05-01.315**
 Меус С.В. **23.05-01.470**
 Мизёв А. **23.05-01.219**
 Микрин Е.А. **23.05-01.226**
 Микушин И.И. **23.05-01.148**
 Милехина О.Н. **23.05-01.183**
 Милешин В.И. **23.05-01.162**
 Минаев П.Ю. **23.05-01.229**
 Мингалев И.В. **23.05-01.242**
 Мингалев О.В. **23.05-01.242**
 Миронов А.В. **23.05-01.275**,
23.05-01.448, **23.05-01.451**
 Миронов М.Ю. **23.05-01.390**
 Мирошниченко М.Б. **23.05-01.117**
 Митрофанов А.Н. **23.05-01.200**
 Митрофанов И.Г. **23.05-01.227**,
23.05-01.354, **23.05-01.479**,
23.05-01.510, **23.05-01.512**
 Мифтахов Б.И. **23.05-01.191**
 Михайленко Д.Л. **23.05-01.458**
 Михайлов Е.А. **23.05-01.124**,
23.05-01.316, **23.05-01.410**
 Михайлов М.В. **23.05-01.226**
 Михайлов С.В. **23.05-01.159**,
23.05-01.161
 Михалев Е.С. **23.05-01.90**
 Михеева Е.В. **23.05-01.575**
 Михнюк А.Н. **23.05-01.144**
 Мкртчян Г.С. **23.05-01.317**,
23.05-01.411
 Могилевич Л.И. **23.05-01.91**
 Могилевский М.М. **23.05-01.508**
 Модяев И.И. **23.05-01.410**
 Мозгунов Д.И. **23.05-01.462**
 Мойсеенко И.Л. **23.05-01.508**
 Мойсеенко С.Г. **23.05-01.391**
 Мокроусов М.И. **23.05-01.227**
 Моргачев А.С. **23.05-01.554**
 Моркина А.Ю. **23.05-01.101**
 Мороз В.И. **23.05-01.342**
 Морозов А.Н. **23.05-01.161**
 Морозов О.В. **23.05-01.230**
 Морозова Л.М. **23.05-01.259**
 Моторина Г.Г. **23.05-01.554**
 Мошкалёв В.Г. **23.05-01.275**,
23.05-01.448, **23.05-01.457**,
23.05-01.459
 Мулярчик Т.М. **23.05-01.368**,
23.05-01.370
 Муравьев В.В. **23.05-01.196**
 Муравьева О.В. **23.05-01.196**
 Муравья В.О. **23.05-01.179**
 Мустафа Б.А. **23.05-01.542**
 Мухортов В.М. **23.05-01.111**
 Мысник Е.А. **23.05-01.252**,
23.05-01.268
- Н**
 Назаренко А.И. **23.05-01.424**,
23.05-01.429
 Назарков И.С. **23.05-01.318**
 Назаров В.Н. **23.05-01.502**
 Назаров С.А. **23.05-01.80**

Назирова Р.Р. **23.05-01.379,**
23.05-01.420
Наймарк О.Б. **23.05-01.101**
Насибуллаева Э.Ш. **23.05-01.59**
Насыров И.А. **23.05-01.406**
Науменко А.П. **23.05-01.3К**
Начев В.А. **23.05-01.215**
Нгуен К.Д. **23.05-01.189,**
23.05-01.193
Недбай А.И. **23.05-01.89**
Недин Р.Д. **23.05-01.72**
Незнамов В.П. **23.05-01.538**
Нейман А.В. **23.05-01.81**
Некрасов В.Н. **23.05-01.50**
Некрасов П.В. **23.05-01.297**
Несова А.В. **23.05-01.248**
Неусыпин К.А. **23.05-01.564,**
23.05-01.565
Нехамкин Л.И. **23.05-01.259**
Нехорошева Е.Г. **23.05-01.117**
Нечаев Д.И. **23.05-01.183**
Нечай А.А. **23.05-01.197**
Нигметзянов Р.И. **23.05-01.197**
Низамов Б.А. **23.05-01.553**
Никитин А.В. **23.05-01.254,**
23.05-01.281, 23.05-01.282,
23.05-01.443, 23.05-01.444,
23.05-01.456
Никитюк А.С. **23.05-01.101**
Никифоров А.В. **23.05-01.295**
Никифоров М.Г. **23.05-01.273,**
23.05-01.274, 23.05-01.466
Никифоров С.Ю. **23.05-01.227**
Николадзе Г.М. **23.05-01.230**
Николаев Д.А. **23.05-01.213,**
23.05-01.214
Николаев Ф.Н. **23.05-01.273,**
23.05-01.274, 23.05-01.275,
23.05-01.457
Николаева Ю.А. **23.05-01.412**
Никулин А.О. **23.05-01.209**
Никущенко Д.В. **23.05-01.64**
Новалов А.А. **23.05-01.265**
Новиков Д.И. **23.05-01.502**
Новиков С.В. **23.05-01.319**
Новоселова Е.В. **23.05-01.134**
Ноздрин Д.А. **23.05-01.392**
Носов А.В. **23.05-01.239**
Носов П.А. **23.05-01.66**
Носов С.Е. **23.05-01.83**
Нуриев А.Н. **23.05-01.60**

О

Овечкин Г.В. **23.05-01.405**
Овсянников А.П. **23.05-01.383**
Овчинников А.В. **23.05-01.470**
Овчинников М.Ю. **23.05-01.261,**
23.05-01.262, 23.05-01.263
Овчинникова Н.А. **23.05-01.114**
Огородникова Е.А. **23.05-01.180**
Одина Н.И. **23.05-01.90**
Окин П.А. **23.05-01.114**
Олейник Ф.П. **23.05-01.293**
Олейников И.И. **23.05-01.435**
Оленева В.А. **23.05-01.556**
Орешников Е.М. **23.05-01.292**
Орлов Д.А. **23.05-01.567**
Орловский И.В. **23.05-01.226**
Оседло В.И. **23.05-01.505**
Осипенко П.Н. **23.05-01.299**
Осипцов А.Н. **23.05-01.95**
Остапенко В.В. **23.05-01.48**
Офенгейм Д.Д. **23.05-01.320**
Охрименко С.Н. **23.05-01.121,**

23.05-01.139
Очеретяный С.А. **23.05-01.56**

П

Павлинский М.Н. **23.05-01.516**
Павлов А.Н. **23.05-01.539**
Павлов Б.В. **23.05-01.8К**
Павлова А.Н. **23.05-01.266**
Панасенко Н.Н. **23.05-01.177,**
23.05-01.178
Панасюк М.И. **23.05-01.505**
Панкратова М.А. **23.05-01.393**
Панкратьева И.Л. **23.05-01.223**
Панфилов С.В. **23.05-01.49**
Паньков А.А. **23.05-01.112**
Папков А.П.и др. **23.05-01.502**
Папченко Б.П. **23.05-01.550**
Парпаров Е.З. **23.05-01.319**
Парра П.Э. **23.05-01.291**
Парфентьев Н.А. **23.05-01.359**
Паршуков В.Н. **23.05-01.121,**
23.05-01.139
Пелиновский Е.Н. **23.05-01.122**
Перельгин Д.Н. **23.05-01.55**
Перцов А.А. **23.05-01.290**
Перченко М.И. **23.05-01.33**
Пестова П.А. **23.05-01.99**
Петерсен Т.Б. **23.05-01.217**
Петров А.Г. **23.05-01.41, 23.05-01.105**
Петрова В.В. **23.05-01.50**
Петросян А.С. **23.05-01.171,**
23.05-01.172
Петрукович А.А. **23.05-01.495,**
23.05-01.506
Петрукович Н.С. **23.05-01.532**
Петрякова И.А. **23.05-01.260**
Пешехонов В.Г. **23.05-01.225**
Пикуз С.А. **23.05-01.569**
Пирозерский А.Л. **23.05-01.89**
Писаренко Г.А. **23.05-01.533**
Пискунов А.Э. **23.05-01.445**
Плаксина Ю.Ю. **23.05-01.123**
Платонов А.К. **23.05-01.427**
Поверенный М.В. **23.05-01.321**
Подаруев В.Ю. **23.05-01.159**
Подгитер М.С. **23.05-01.555**
Подгорный И.М. **23.05-01.519**
Подзолко М.В. **23.05-01.505**
Позаненко А.С. **23.05-01.229**
Поздняков А.А. **23.05-01.271,**
23.05-01.449
Покровская М.В. **23.05-01.206**
Политов Е.Н. **23.05-01.195**
Полников П.А. **23.05-01.147**
Поляков В.Ю. **23.05-01.68**
Поляков О.А. **23.05-01.81**
Поляков П.А. **23.05-01.230**
Полякова Л.О. **23.05-01.322**
Полянский В.А. **23.05-01.223**
Полянский И.В. **23.05-01.281,**
23.05-01.455, 23.05-01.463,
23.05-01.464
Понарядов В.В. **23.05-01.302**
Пономарёва Г.А. **23.05-01.375**
Попель С.И. **23.05-01.231,**
23.05-01.570
Попов А.В. **23.05-01.507**
Попов В.А. **23.05-01.31**
Попов И.П. **23.05-01.44, 23.05-01.562**
Попова Е.В. **23.05-01.91**
Попова Е.П. **23.05-01.323,**
23.05-01.324, 23.05-01.413,
23.05-01.414
Попова Т.А. **23.05-01.189,**

23.05-01.205
Портнов Д.И. **23.05-01.471**
Постников Е.Б. **23.05-01.118**
Потапов А.В. **23.05-01.507**
Потемкин С.А. **23.05-01.495**
Потехин С.Г. **23.05-01.266**
Почукаев В.Н. **23.05-01.421**
Преображенский Е.В. **23.05-01.81**
Прето М.М. **23.05-01.291**
Прокаев А.Н. **23.05-01.146**
Прокопович В.В. **23.05-01.142**
Прокопьев С.А. **23.05-01.43**
Прокофьев В.В. **23.05-01.56**
Пролетарский А.В. **23.05-01.564**
Просветов А.В. **23.05-01.325**
Прохоренко В.И. **23.05-01.431**
Прохоров А.Н. **23.05-01.156**
Прохоров М.Е. **23.05-01.257,**
23.05-01.258, 23.05-01.273,
23.05-01.274, 23.05-01.275,
23.05-01.276, 23.05-01.448,
23.05-01.451, 23.05-01.457,
23.05-01.459, 23.05-01.466
Прохорова С.А. **23.05-01.454,**
23.05-01.455
Прусаков П.В. **23.05-01.206**
Прушак В.Я. **23.05-01.67**
Пряхин А.В. **23.05-01.115**
Пугачёва С.Г. **23.05-01.481**
Пулинец С.А. **23.05-01.501,**
23.05-01.508
Пушина А.В. **23.05-01.569**
Пуштаев А.В. **23.05-01.123**
Пуэбла Пуэбла Р.Э. **23.05-01.195**
Пьянкова М.А. **23.05-01.42**
Пялов К.Н. **23.05-01.52**
Пятакович В.А. **23.05-01.137**

Р

Радченко А.В. **23.05-01.102**
Радченко П.А. **23.05-01.102**
Разживалов П.Н. **23.05-01.461**
Рамазанов М.М. **23.05-01.168**
Расколец В.В. **23.05-01.39**
Расулова А.М. **23.05-01.240**
Расулова Н.Б. **23.05-01.220**
Ратнер В.М. **23.05-01.524**
Рева А.А. **23.05-01.290**
Ревнивцев М.Г. **23.05-01.516**
Ремпен И.С. **23.05-01.33**
Рис В.В. **23.05-01.63**
Роганов В.А. **23.05-01.384**
Родин А.В. **23.05-01.358**
Родин В.Г. **23.05-01.502**
Родионов А.А. **23.05-01.36**
Родионов С.П. **23.05-01.61**
Родкин М.В. **23.05-01.169**
Родюшкин В.М. **23.05-01.120**
Рожков А.Н. **23.05-01.96**
Рожков В.С. **23.05-01.551**
Рожков Л.С. **23.05-01.495,**
23.05-01.551
Рожков С.Н. **23.05-01.226**
Розенблюм М.Г. **23.05-01.34**
Ролдугин Д.С. **23.05-01.262,**
23.05-01.263, 23.05-01.310
Романюк Д.А. **23.05-01.49**
Ромашов В.А. **23.05-01.550**
Россихин А.А. **23.05-01.162**
Ру Б. **23.05-01.175**
Рубаник В.В. **23.05-01.201**
Рубанов И.Л. **23.05-01.121,**
23.05-01.139
Рубцов И.В. **23.05-01.292**

Рудаменко Р.А. **23.05-01.241**
 Рудницкий А.Г. **23.05-01.296**
 Рудницкий Г.М. **23.05-01.401**
 Ружин Ю.Я. **23.05-01.494**
 Рукавицын А.Н. **23.05-01.195**
 Румянцев Д.М. **23.05-01.283**
 Русов В.А. **23.05-01.4К**
 Рыжов В.С. **23.05-01.554**
 Рябиков В.М. **23.05-01.505**
 Рябиков В.С. **23.05-01.259**
 Рябов Д.А. **23.05-01.120**
 Рябова А.Д. **23.05-01.523**
 Рябушко А.П. **23.05-01.250**
 Рязанцев С.Н. **23.05-01.569**
 Рязанцева М.О. **23.05-01.246**

С

Сабитов К.Б. **23.05-01.47**
 Савельев С.В. **23.05-01.202**
 Сагинов Л.Д. **23.05-01.568**
 Садыков В.М. **23.05-01.326,**
23.05-01.415
 Сазонов В.В. **23.05-01.230**
 Сазонов С.Ю. **23.05-01.516**
 Сакович М.А. **23.05-01.261**
 Салин М.Б. **23.05-01.51**
 Саммель А.Ю. **23.05-01.102,**
23.05-01.103
 Самсонов И.К. **23.05-01.164**
 Самсонов К.Ю. **23.05-01.98**
 Самусенко О.Е. **23.05-01.567**
 Санин А.Б. **23.05-01.227**
 Санчез С.П. **23.05-01.291**
 Санько Н.Ф. **23.05-01.286**
 Сапгир А.Г. **23.05-01.399**
 Саргычев Д.В. **23.05-01.154**
 Сатанин А.М. **23.05-01.387**
 Саурин В.В. **23.05-01.68**
 Сафаров И.И. **23.05-01.75**
 Сафронов И.И. **23.05-01.538**
 Сачук Ю.С. **23.05-01.202**
 Свертилов С.И. **23.05-01.296**
 Свинкин Д.С. **23.05-01.293**
 Свиридов А.Н. **23.05-01.568**
 Сегеди П. **23.05-01.502**
 Селезнева М.С. **23.05-01.564**
 Селиванов А.С. **23.05-01.484**
 Селиванов И.А. **23.05-01.82**
 Семенов А.В. **23.05-01.295**
 Семёнов А.П. **23.05-01.54**
 Семенов Н.В. **23.05-01.153**
 Семенова Н.М. **23.05-01.130**
 Сенин А.Н. **23.05-01.74**
 Сердюков М.Г. **23.05-01.124**
 Сецко П.В. **23.05-01.242**
 Сивакова Т.В. **23.05-01.327**
 Сивачева К.Г. **23.05-01.301**
 Сивков А.С. **23.05-01.310,**
23.05-01.507
 Сигал Л.Н. **23.05-01.260**
 Синевич А.А. **23.05-01.243**
 Синеев А.А. **23.05-01.217**
 Синельников В.М. **23.05-01.494**
 Синельщиков А.В. **23.05-01.177,**
23.05-01.178
 Синицын А.А. **23.05-01.85**
 Сипявин А.А. **23.05-01.64**
 Ситдиков В.М. **23.05-01.180**
 Сихарулдзе Ю.Г. **23.05-01.427**
 Скобелев В.В. **23.05-01.546,**
23.05-01.547
 Скобелев И.Ю. **23.05-01.569**
 Скоробогатов А.С. **23.05-01.199**
 Скорород Б.А. **23.05-01.140**

Скотт Д.Р. **23.05-01.475**
 Сметанин П.С. **23.05-01.453**
 Смирнов Д.А. **23.05-01.50**
 Смирнова В.В. **23.05-01.554**
 Смолин С.В. **23.05-01.558**
 Смолина А.В. **23.05-01.244**
 Смут-III Д.Ф. **23.05-01.296**
 Собьянин Д.Н. **23.05-01.416**
 Соколов А.В. **23.05-01.225**
 Соколов С.А. **23.05-01.462**
 Соколова А.Г. **23.05-01.11К,**
23.05-01.12К
 Сокольский М.Н. **23.05-01.463**
 Солдаткин В.С. **23.05-01.191**
 Соловьев В.Г. **23.05-01.217**
 Соловьев Н.Г. **23.05-01.119**
 Сомов Б.В. **23.05-01.314**
 Сорокин В.Н. **23.05-01.186**
 Сороколетов Е.П. **23.05-01.301**
 Сорокоумов Г.С. **23.05-01.297**
 Сперанский А.А. **23.05-01.86**
 Стальнов А.М. **23.05-01.270**
 Старостин Н.В. **23.05-01.393**
 Стекольников О.Ю. **23.05-01.257,**
23.05-01.448, 23.05-01.451
 Степанов Е.Ю. **23.05-01.102**
 Степанов Ю.В. **23.05-01.442**
 Степанова И.Э. **23.05-01.561**
 Степанова Л.Н. **23.05-01.185,**
23.05-01.190
 Степанян Н.Н. **23.05-01.365**
 Стреленко Т.Б. **23.05-01.136**
 Стрелец М.Х. **23.05-01.45**
 Стрижак В.А. **23.05-01.115**
 Строилов Н.А. **23.05-01.254,**
23.05-01.443, 23.05-01.444,
23.05-01.445
 Струминский А.Б. **23.05-01.497**
 Ступак О.Б. **23.05-01.57**
 Ступишин А.Г. **23.05-01.553**
 Стурова И.В. **23.05-01.152**
 Судаков А.Г. **23.05-01.64**
 Суетин Б.С. **23.05-01.134**
 Сумбатян М.А. **23.05-01.164**
 Супин А.Я. **23.05-01.183**
 Суржиков С.Т. **23.05-01.563**
 Суровяткина Е.Д. **23.05-01.438**
 Суханов А.А. **23.05-01.502**
 Сухарев А.А. **23.05-01.165**
 Сухненко А.С. **23.05-01.458**
 Сухов А.В. **23.05-01.197**
 Сухочев Г.А. **23.05-01.200**
 Сысоев В.К. **23.05-01.550**
 Сюняев Р.А. **23.05-01.516**

Т

Тамаров В.А. **23.05-01.549**
 Танта А.М. **23.05-01.566**
 Таньков Г.В. **23.05-01.71**
 Таранова О.Г. **23.05-01.374**
 Тарновская А.Е. **23.05-01.192**
 Татаринцев И.В. **23.05-01.199**
 Тейлор Ф. **23.05-01.351**
 Телепнев П.П. **23.05-01.540**
 Тенитилов Е.С. **23.05-01.185**
 Тенищева Т.А. **23.05-01.301**
 Теплых А.А. **23.05-01.54**
 Тептеева Е.С. **23.05-01.119**
 Теран Акроста Г.Р. **23.05-01.195**
 Терешин А.А. **23.05-01.471**
 Тешаев М.Х. **23.05-01.75**
 Тимакова Т.Г. **23.05-01.291**
 Тимбай И.А. **23.05-01.496**
 Тимонин Д.Г. **23.05-01.295,**

23.05-01.300

Тимошенко Г.Н. **23.05-01.227**
 Тимошенков В.Г. **23.05-01.125**
 Тимушев С.Ф. **23.05-01.79**
 Титарчук Л.Г. **23.05-01.575**
 Титов Г.П. **23.05-01.450**
 Титов К.Г. **23.05-01.291**
 Титов К.И. **23.05-01.297**
 Тиунов П.С. **23.05-01.264**
 Ткачев С.С. **23.05-01.262**
 Ткачѳв С.С. **23.05-01.263,**
23.05-01.310, 23.05-01.469
 Томозова М.С. **23.05-01.183**
 Топорков Д.А. **23.05-01.569**
 Ториллов С.Ю. **23.05-01.573**
 Тороп Ю.А. **23.05-01.198**
 Точилин И.П. **23.05-01.200**
 Трахтенгерц Э.А. **23.05-01.327**
 Трегуб В.П. **23.05-01.463**
 Трифонов Ю.Я. **23.05-01.92**
 Троицкая Ю.И. **23.05-01.388**
 Трофимов Ю.А. **23.05-01.292**
 Трубина Е.Н. **23.05-01.404**
 Трусов В.А. **23.05-01.209**
 Трушляков В.И. **23.05-01.417**
 Тубанов Ц.А. **23.05-01.166**
 Тулупов В.И. **23.05-01.505**
 Туманов А.В. **23.05-01.292**
 Туманов М.В. **23.05-01.505**
 Турлов З.Н. **23.05-01.468**
 Турунтаев С.Б. **23.05-01.215**
 Тутуков А.В. **23.05-01.574**
 Тучин А.Г. **23.05-01.427**
 Тучин Д.А. **23.05-01.427**
 Тучин М.С. **23.05-01.258,**
23.05-01.273, 23.05-01.274,
23.05-01.275, 23.05-01.276,
23.05-01.448, 23.05-01.457
 Тышкевич В.Г. **23.05-01.292**
 Тюрин В.С. **23.05-01.269**
 Тютин М.Р. **23.05-01.217**

У

Уваров А.В. **23.05-01.123**
 Уланов М.В. **23.05-01.293**
 Ульянов А.С. **23.05-01.256,**
23.05-01.290
 Усачов А.Е. **23.05-01.64**
 Усов С.В. **23.05-01.200**
 Устюгов Е.В. **23.05-01.496**

Ф

Фадеева О.В. **23.05-01.77**
 Фатюхин Д.С. **23.05-01.197**
 Фёдоров М.И. **23.05-01.319**
 Федосеев В.И. **23.05-01.269,**
23.05-01.450
 Федоткин А.А. **23.05-01.208**
 Федотова М.А. **23.05-01.171**
 Федяев К.С. **23.05-01.303**
 Ференц Ч. **23.05-01.502**
 Филиппова О.В. **23.05-01.277**
 Филонов О.М. **23.05-01.114**
 Фокин А.В. **23.05-01.89**
 Фонарева А.В. **23.05-01.128**
 Формизано В. **23.05-01.349**
 Форш А.А. **23.05-01.441**
 Фредерикс Д.Д. **23.05-01.293**
 Фролов К.В. **23.05-01.10К**
 Фролов С.И. **23.05-01.71**

Х

Хабарова О.В. **23.05-01.242**
 Хавенсон Н.Г. **23.05-01.419**
 Хакимов А.Г. **23.05-01.107**
 Халатников И.М. **23.05-01.381**
 Хамис Хассан М.Х. **23.05-01.576**
 Хандеева Н.А. **23.05-01.48**
 Харабадзе Д.Э. **23.05-01.230**
 Харламов Г.Ю. **23.05-01.468**
 Хархордин Е.В. **23.05-01.248**
 Хегай Д.К. **23.05-01.550**
 Хед Д.В. **23.05-01.475**
 Хлыбов А.А. **23.05-01.120**
 Хмелев В.Н. **23.05-01.104**
 Ховратович Т.С. **23.05-01.245**
 Хоменко В.В. **23.05-01.498**
 Хомутова А.С. **23.05-01.89**
 Хомяков Е.И. **23.05-01.11К**
 Хохлачев А. **23.05-01.246**
 Хохлова В.А. **23.05-01.99**

Ц

Цап Ю.Т. **23.05-01.554**
 Царенко Ю.В. **23.05-01.201**
 Цвык Р.Ш. **23.05-01.165**
 Цекмейстер С.Д. **23.05-01.446**
 Циллорик А.И. **23.05-01.460,**
23.05-01.462
 Циркунов Ю.М. **23.05-01.49**
 Цуканова Г.И. **23.05-01.255,**
23.05-01.446
 Цуприк В.Г. **23.05-01.132**
 Цыпкин Г.Г. **23.05-01.224**

Ч

Чаплыгин А.В. **23.05-01.119**
 Чарная Е.В. **23.05-01.89**
 Чекалина Т.И. **23.05-01.530,**
23.05-01.534
 Челноков Ю.Н. **23.05-01.536**
 Червинская А.С. **23.05-01.108**
 Червонов А.М. **23.05-01.304,**
23.05-01.435
 Черепанова Л.А. **23.05-01.504**
 Черепашук А.М. **23.05-01.27**
 Чернов В.П. **23.05-01.141**
 Чернова В.В. **23.05-01.185,**
23.05-01.190
 Черноверская В.В. **23.05-01.193**
 Черноус С.А. **23.05-01.501**
 Чернышов А.А. **23.05-01.243,**
23.05-01.508
 Чернягин С.А. **23.05-01.408**
 Чеснов В.М. **23.05-01.22**
 Чеусов С.С. **23.05-01.301**
 Чижик С.А. **23.05-01.67**
 Чикин А.Л. **23.05-01.210**
 Чикина Л.Г. **23.05-01.210**

Чилингаров А.О. **23.05-01.147**
 Чистяков А.В. **23.05-01.552**
 Чу Ш. **23.05-01.48**
 Чубей М.С. **23.05-01.255,**
23.05-01.446
 Чувашов И.Н. **23.05-01.548**
 Чугунин Д.В. **23.05-01.243,**
23.05-01.508
 Чуклин М.В. **23.05-01.214**
 Чуков В.Н. **23.05-01.109**
 Чулков И.В. **23.05-01.295,**
23.05-01.300
 Чулюнин А.Ю. **23.05-01.64**
 Чумаков Т.К. **23.05-01.215**
 Чумаченко Е.Н. **23.05-01.432**
 Чупашев А.В. **23.05-01.102,**
23.05-01.103
 Чупина Н.В. **23.05-01.445**
 Чуразов Е.М. **23.05-01.516**

Ш

Шамро А.В. **23.05-01.458**
 Шарақшанэ А.А. **23.05-01.184**
 Шарафутдинов Р.Ф. **23.05-01.211**
 Шарков Е.А. **23.05-01.329**
 Шарков Е.В. **23.05-01.552**
 Шарков П.Н. **23.05-01.174**
 Шарыкин И.Н. **23.05-01.553**
 Шатохин А.В. **23.05-01.31**
 Шафранюк А.В. **23.05-01.142**
 Шахов Н.И. **23.05-01.459**
 Шашкова И.А. **23.05-01.228**
 Шевцов В.Н. **23.05-01.227**
 Шевляков Д.А. **23.05-01.405**
 Шевляков О.В. **23.05-01.450**
 Шевцов В.С. **23.05-01.230**
 Шевцов И.А. **23.05-01.417**
 Шевченко В.В. **23.05-01.474,**
23.05-01.481
 Шевченко И.И. **23.05-01.493**
 Шейн А.В. **23.05-01.548**
 Шелепо А.П. **23.05-01.111**
 Шемарулин В.Е. **23.05-01.538**
 Шематович В.И. **23.05-01.485**
 Шемякин А.Н. **23.05-01.119**
 Шер А.А. **23.05-01.383**
 Шестаков А.А. **23.05-01.94**
 Шестаков А.Ю. **23.05-01.328**
 Шестов С.В. **23.05-01.256,**
23.05-01.290
 Шестопалова А.С. **23.05-01.103**
 Шеховцова А.В. **23.05-01.228**
 Шибалкин А.А. **23.05-01.300**
 Шибков В.М. **23.05-01.62**
 Шикота С.К. **23.05-01.394**
 Шилова Е.А. **23.05-01.296**
 Шиманский В.В. **23.05-01.403,**
23.05-01.407
 Ширгина Н.В. **23.05-01.90**
 Шкляр Д.Р. **23.05-01.307,**

23.05-01.312

Шлык Н.С. **23.05-01.556,**
23.05-01.557
 Шмаков А.Г. **23.05-01.154**
 Шмакова В.Ю. **23.05-01.247**
 Шматков А.М. **23.05-01.163**
 Шолохов П.А. **23.05-01.204,**
23.05-01.208
 Шпагина Т.Л. **23.05-01.523**
 Шпади М.Ю. **23.05-01.503**
 Шпади Ю.Р. **23.05-01.503**
 Шуваев В.Г. **23.05-01.203,**
23.05-01.207
 Шувалов А.Н. **23.05-01.217**
 Шувалов В.В. **23.05-01.572**
 Шэнь Кай **23.05-01.564**

Щ

Щекутьев А.Ф. **23.05-01.436**
 Щур Л.Н. **23.05-01.379, 23.05-01.382,**
23.05-01.390, 23.05-01.395

Э

Эйсмонт Н.А. **23.05-01.502,**
23.05-01.506
 Экономов А.П. **23.05-01.283**
 Эльяшев Я.Д. **23.05-01.452,**
23.05-01.455
 Энкренац Т. **23.05-01.347**

Ю

Юдина Л.М. **23.05-01.269,**
23.05-01.450
 Юйхуэй Ху **23.05-01.564**
 Юлдашев П.В. **23.05-01.99**
 Юров В.Н. **23.05-01.291,**
23.05-01.292
 Юрченко В.В. **23.05-01.248**
 Юхина Н.А. **23.05-01.324,**
23.05-01.413, 23.05-01.414
 Юшков В.В. **23.05-01.241**
 Юшкова О.В. **23.05-01.241**

Я

Ягола А.Г. **23.05-01.561**
 Якимов В.В. **23.05-01.127**
 Якимов М.Ю. **23.05-01.119**
 Яковлев П.В. **23.05-01.177,**
23.05-01.178
 Ямщиков Н.Е. **23.05-01.252,**
23.05-01.442
 Янке В.Г. **23.05-01.556**
 Ярыгин В.А. **23.05-01.125**
 Яскович А.Л. **23.05-01.443**
 Яцких А.А. **23.05-01.153**
 Яшин И.В. **23.05-01.505**

УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

Журналы

- Авиакосмическое приборостроение. 2023, № 8 **23.05-01.539**
- Автоматизация и современные технологии. 2022, № 10
23.05-01.564
- Автоматизация и современные технологии. 2023, № 7
23.05-01.565
- Акустический журнал. 2023, 69, № 4 **23.05-01.37,**
23.05-01.53, 23.05-01.54, 23.05-01.65, 23.05-01.80,
23.05-01.89, 23.05-01.90, 23.05-01.99, 23.05-01.120,
23.05-01.144, 23.05-01.145, 23.05-01.176, 23.05-01.186
- Вестник Казанского гос. технич. ун-та им. А. Н. Туполева.
2023, 79, № 1 **23.05-01.191**
- Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2022, № 5
23.05-01.82, 23.05-01.83
- Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2022, № 6
23.05-01.84
- Вестник МГУ. Сер. 1: Математика. Механика. 2023, № 2
23.05-01.85
- Вестник Московского автомобильно-дорожного
государственного технического ун-та (МАДИ). 2023, № 2
23.05-01.202
- Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2023,
№ 2 **23.05-01.576**
- Вестник Пермского национального исследовательского
политехнического университета. Механика. 2023, № 3
23.05-01.72, 23.05-01.73, 23.05-01.74
- Вестник Пермского национального исследовательского
политехнического ун-та. Аэрокосмическая техника. 2023, №
73 **23.05-01.79**
- Вестник Пермского ун-та. Серия: Физика. 2023, № 2
23.05-01.219
- Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2023, 24,
№ 2 **23.05-01.566, 23.05-01.567**
- Вестник Тверского гос. технич. ун-та. Серия: технические
науки. 2021, № 2 **23.05-01.187**
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математическое моделирование и
программирование. 2023, 16, № 3 **23.05-01.210**
- Вопросы инженерной сейсмологии. 2023, 50, № 3
23.05-01.168, 23.05-01.169, 23.05-01.170, 23.05-01.215,
23.05-01.572
- Вопросы истории естествознания и техники. 2022, 43, № 4
23.05-01.22, 23.05-01.38, 23.05-01.39
- Вулканология и сейсмология. 2023, 17, № 2 **23.05-01.166**
- Вулканология и сейсмология. 2023, 17, № 4 **23.05-01.552**
- Вулканология и сейсмология. 2023, 17, № 5 **23.05-01.167**
- Вычислительная механика сплошных сред. 2021, 14, № 4
23.05-01.101, 23.05-01.175
- Вычислительная механика сплошных сред. 2022, 15, № 4
23.05-01.59, 23.05-01.60, 23.05-01.70
- Вычислительная механика сплошных сред. 2023, 16, № 1
23.05-01.42
- Вычислительная механика сплошных сред. 2023, 16, № 2
23.05-01.43
- Геомагнетизм и аэрономия. 2023, 63, № 5 **23.05-01.553,**
23.05-01.554, 23.05-01.555, 23.05-01.556, 23.05-01.557,
23.05-01.558, 23.05-01.559, 23.05-01.560
- Гидроакустика. 2023, № 54 **23.05-01.57, 23.05-01.58,**
23.05-01.125, 23.05-01.136, 23.05-01.141, 23.05-01.142,
23.05-01.143, 23.05-01.146, 23.05-01.147, 23.05-01.148
- Датчики и системы. 2022, № 4 **23.05-01.139**
- Датчики и системы. 2022, № 5 **23.05-01.113**
- Датчики и системы. 2023, № 1 **23.05-01.21, 23.05-01.114,**
23.05-01.190
- Датчики и системы. 2023, № 2 **23.05-01.104**
- Двигатель. 2021, № 4 **23.05-01.86**
- Деформация и разрушение материалов. 2023, № 1
23.05-01.216, 23.05-01.217
- Деформация и разрушение материалов. 2023, № 2
23.05-01.185
- Деформация и разрушение материалов. 2023, № 6
23.05-01.196
- Деформация и разрушение материалов. 2023, № 8
23.05-01.81
- Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2020, 64, №
1 **23.05-01.201**
- Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2020, 64, №
4 **23.05-01.249**
- Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2021, 65, №
6 **23.05-01.67**
- Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2023, 67, №
3 **23.05-01.250**
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические
науки. 2023, 511, № 1 **23.05-01.41, 23.05-01.156,**
23.05-01.538
- Журнал вычислительной математики и математической
физики. 2023, 63, № 6 **23.05-01.46**
- Журнал вычислительной математики и математической
физики. 2023, 63, № 7 **23.05-01.47, 23.05-01.48**
- Журнал вычислительной математики и математической
физики. 2023, 63, № 8 **23.05-01.221, 23.05-01.561**
- Журнал радиоэлектроники. 2023, № 6 **23.05-01.112,**
23.05-01.550
- Журнал радиоэлектроники. 2023, № 7 **23.05-01.138**
- Журнал радиоэлектроники. 2023, № 8 **23.05-01.184,**
23.05-01.551
- Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2022, 30,
№ 6 **23.05-01.33, 23.05-01.34, 23.05-01.98**
- Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2023, 31,
№ 1 **23.05-01.75, 23.05-01.118**
- Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2023, 31,
№ 3 **23.05-01.91**
- Известия вузов. Радиофизика. 2023, 66, № 1 **23.05-01.87,**
23.05-01.122, 23.05-01.124, 23.05-01.134
- Известия вузов. Физика. 2023, 66, № 1 **23.05-01.545**
- Известия вузов. Физика. 2023, 66, № 2 **23.05-01.102**
- Известия вузов. Физика. 2023, 66, № 3 **23.05-01.546**
- Известия вузов. Физика. 2023, 66, № 4 **23.05-01.547,**
23.05-01.548
- Известия вузов. Физика. 2023, 66, № 5 **23.05-01.108,**
23.05-01.116, 23.05-01.549
- Известия вузов. Физика. 2023, 66, № 6 **23.05-01.103**
- Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 4
23.05-01.35, 23.05-01.49, 23.05-01.61, 23.05-01.62,
23.05-01.88, 23.05-01.94, 23.05-01.95, 23.05-01.106,
23.05-01.119, 23.05-01.152, 23.05-01.153, 23.05-01.154,
23.05-01.211, 23.05-01.212, 23.05-01.223
- Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2023, № 5
23.05-01.56, 23.05-01.63, 23.05-01.64, 23.05-01.92,
23.05-01.96, 23.05-01.97, 23.05-01.105, 23.05-01.126,
23.05-01.128, 23.05-01.135, 23.05-01.151, 23.05-01.224,
23.05-01.563
- Известия РАН. Серия физическая. 2023, 87, № 8
23.05-01.573
- Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2023, 59, № 5
23.05-01.123
- Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.
2023, № 5 **23.05-01.220, 23.05-01.536, 23.05-01.537**
- Известия Российской академии наук. Механика твердого тела.
2023, № 6 **23.05-01.68, 23.05-01.107**
- Известия Юго-Западного государственного ун-та. 2018, № 1
23.05-01.69
- Известия Юго-Западного государственного ун-та. 2020, 24, №
4 **23.05-01.78**
- Известия Юго-Западного государственного ун-та. 2022, 26, №
2 **23.05-01.194, 23.05-01.195**
- Инженерная физика. 2023, № 8 **23.05-01.222, 23.05-01.562**
- Квант. 2018, № 3 **23.05-01.543**
- Квант. 2018, № 9 **23.05-01.32**
- Квант. 2018, № 12 **23.05-01.100**
- Квант. 2019, № 11 **23.05-01.173**

- Квант. 2021, № 3 **23.05-01.544**
- Мат. моделир. 2023. 35, № 9 **23.05-01.45, 23.05-01.157, 23.05-01.158, 23.05-01.159, 23.05-01.160, 23.05-01.161, 23.05-01.162**
- Математическая физика и компьютерное моделирование. 2023. 26, № 1 **23.05-01.40**
- Механика, управление и информатика. 2013, № 1 **23.05-01.13, 23.05-01.14, 23.05-01.251, 23.05-01.252, 23.05-01.253, 23.05-01.254, 23.05-01.255, 23.05-01.256, 23.05-01.257, 23.05-01.258, 23.05-01.259, 23.05-01.260, 23.05-01.261, 23.05-01.262, 23.05-01.263, 23.05-01.264, 23.05-01.265, 23.05-01.266, 23.05-01.267, 23.05-01.268, 23.05-01.269, 23.05-01.270, 23.05-01.271, 23.05-01.272, 23.05-01.273, 23.05-01.274, 23.05-01.275, 23.05-01.276, 23.05-01.277, 23.05-01.278, 23.05-01.279, 23.05-01.280, 23.05-01.281, 23.05-01.282, 23.05-01.283, 23.05-01.284, 23.05-01.285, 23.05-01.286**
- Механика, управление и информатика. 2013, № 2 **23.05-01.287, 23.05-01.288, 23.05-01.289, 23.05-01.290, 23.05-01.291, 23.05-01.292, 23.05-01.293, 23.05-01.294, 23.05-01.295, 23.05-01.296, 23.05-01.297, 23.05-01.298, 23.05-01.299, 23.05-01.300, 23.05-01.301, 23.05-01.302**
- Механика, управление и информатика. 2013, № 3 **23.05-01.303**
- Механика, управление и информатика. 2013, № 4 **23.05-01.172**
- Механика, управление и информатика. 2013, № 5 **23.05-01.304**
- Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 1 **23.05-01.15, 23.05-01.305, 23.05-01.306, 23.05-01.307, 23.05-01.308, 23.05-01.309, 23.05-01.310, 23.05-01.311, 23.05-01.312, 23.05-01.313, 23.05-01.314, 23.05-01.315, 23.05-01.316, 23.05-01.317, 23.05-01.318, 23.05-01.319, 23.05-01.320, 23.05-01.321, 23.05-01.322, 23.05-01.323, 23.05-01.324, 23.05-01.325, 23.05-01.326, 23.05-01.327, 23.05-01.328**
- Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 3 **23.05-01.149, 23.05-01.150, 23.05-01.329, 23.05-01.330, 23.05-01.331, 23.05-01.332, 23.05-01.333, 23.05-01.334, 23.05-01.335, 23.05-01.336, 23.05-01.337, 23.05-01.338, 23.05-01.339, 23.05-01.340, 23.05-01.341**
- Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 4 **23.05-01.24, 23.05-01.25, 23.05-01.26, 23.05-01.27, 23.05-01.28, 23.05-01.29, 23.05-01.342, 23.05-01.343, 23.05-01.344, 23.05-01.345, 23.05-01.346, 23.05-01.347, 23.05-01.348, 23.05-01.349, 23.05-01.350, 23.05-01.351, 23.05-01.352, 23.05-01.353, 23.05-01.354, 23.05-01.355, 23.05-01.356, 23.05-01.357, 23.05-01.358, 23.05-01.359, 23.05-01.360, 23.05-01.361, 23.05-01.362, 23.05-01.363, 23.05-01.364, 23.05-01.365, 23.05-01.366, 23.05-01.367, 23.05-01.368, 23.05-01.369, 23.05-01.370, 23.05-01.371, 23.05-01.372, 23.05-01.373, 23.05-01.374, 23.05-01.375, 23.05-01.376, 23.05-01.377, 23.05-01.378**
- Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 6 **23.05-01.379, 23.05-01.380, 23.05-01.381, 23.05-01.382, 23.05-01.383, 23.05-01.384, 23.05-01.385, 23.05-01.386, 23.05-01.387, 23.05-01.388, 23.05-01.389, 23.05-01.390, 23.05-01.391, 23.05-01.392, 23.05-01.393, 23.05-01.394, 23.05-01.395**
- Механика, управление и информатика. 2014. 6, № 7 **23.05-01.396, 23.05-01.397, 23.05-01.398, 23.05-01.399, 23.05-01.400, 23.05-01.401, 23.05-01.402, 23.05-01.403, 23.05-01.404, 23.05-01.405, 23.05-01.406, 23.05-01.407, 23.05-01.408, 23.05-01.409, 23.05-01.410, 23.05-01.411, 23.05-01.412, 23.05-01.413, 23.05-01.414, 23.05-01.415, 23.05-01.416, 23.05-01.417**
- Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 1 **23.05-01.16, 23.05-01.17, 23.05-01.418, 23.05-01.419, 23.05-01.420, 23.05-01.421, 23.05-01.422, 23.05-01.423, 23.05-01.424, 23.05-01.425, 23.05-01.426, 23.05-01.427, 23.05-01.428, 23.05-01.429, 23.05-01.430, 23.05-01.431, 23.05-01.432, 23.05-01.433, 23.05-01.434, 23.05-01.435, 23.05-01.436, 23.05-01.437, 23.05-01.438, 23.05-01.439**
- Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 2 **23.05-01.18, 23.05-01.440, 23.05-01.441, 23.05-01.442, 23.05-01.443, 23.05-01.444, 23.05-01.445, 23.05-01.446, 23.05-01.447, 23.05-01.448, 23.05-01.449, 23.05-01.450, 23.05-01.451, 23.05-01.452, 23.05-01.453, 23.05-01.454, 23.05-01.455, 23.05-01.456, 23.05-01.457, 23.05-01.458, 23.05-01.459, 23.05-01.460, 23.05-01.461, 23.05-01.462, 23.05-01.463, 23.05-01.464, 23.05-01.465, 23.05-01.466, 23.05-01.467, 23.05-01.468, 23.05-01.469, 23.05-01.470, 23.05-01.471**
- Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 3 **23.05-01.19, 23.05-01.30, 23.05-01.472, 23.05-01.473, 23.05-01.474, 23.05-01.475, 23.05-01.476, 23.05-01.477, 23.05-01.478, 23.05-01.479, 23.05-01.480, 23.05-01.481, 23.05-01.482, 23.05-01.483, 23.05-01.484, 23.05-01.485, 23.05-01.486, 23.05-01.487, 23.05-01.488, 23.05-01.489, 23.05-01.490, 23.05-01.491, 23.05-01.492, 23.05-01.493**
- Механика, управление и информатика. 2015. 7, № 4 **23.05-01.20, 23.05-01.494, 23.05-01.495, 23.05-01.496, 23.05-01.497, 23.05-01.498, 23.05-01.499, 23.05-01.500, 23.05-01.501, 23.05-01.502, 23.05-01.503, 23.05-01.504, 23.05-01.505, 23.05-01.506, 23.05-01.507, 23.05-01.508**
- Морские интеллектуальные технологии. 2023. 2, № 3-1 **23.05-01.129, 23.05-01.140, 23.05-01.155**
- Морские интеллектуальные технологии. 2023. 2, № 3-2 **23.05-01.36, 23.05-01.174, 23.05-01.213, 23.05-01.214**
- Морские интеллектуальные технологии. 2023. 2, № 3-3 **23.05-01.130, 23.05-01.131, 23.05-01.132**
- Морской сборник. 2023, № 5 **23.05-01.137**
- Морской сборник. 2023, № 6 **23.05-01.31**
- Морской сборник. 2023, № 9 **23.05-01.121**
- Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2023. 16, № 1-2 **23.05-01.93, 23.05-01.109**
- Океанология. 2023. 63, № 5 **23.05-01.133, 23.05-01.179**
- Оптика атмосферы и океана. 2023. 36, № 8 **23.05-01.117, 23.05-01.165**
- Приборы и методы измерений. 2023. 14, № 2 **23.05-01.115**
- Прикл. мат. и мех. 2023. 87, № 4 **23.05-01.76, 23.05-01.77, 23.05-01.163, 23.05-01.164, 23.05-01.571**
- Прикладная физика. 2023. 4 **23.05-01.568**
- Сенсорные системы. 2023. 37, № 3 **23.05-01.180, 23.05-01.181, 23.05-01.182, 23.05-01.183**
- Труды Крыловского государственного научного центра. 2023, № 3 **23.05-01.50, 23.05-01.51, 23.05-01.127**
- Труды Крыловского государственного научного центра. 2023, № S1 **23.05-01.52**
- Труды МАИ. 2023, № 131 **23.05-01.44, 23.05-01.540, 23.05-01.541**
- Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2020, № 2 **23.05-01.203**
- Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2021, № 1 **23.05-01.71**
- Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2021, № 2 **23.05-01.189, 23.05-01.193, 23.05-01.204, 23.05-01.205, 23.05-01.206, 23.05-01.542**
- Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2022, № 1 **23.05-01.207**
- Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2022, № 2 **23.05-01.208, 23.05-01.209**
- Труды Южного научного центра РАН. 2022, № 10 **23.05-01.110, 23.05-01.111**
- Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 1 **23.05-01.197**
- Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 2 **23.05-01.198**
- Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 4 **23.05-01.199**
- Упрочняющие технологии и покрытия. 2023, № 7 **23.05-01.200**
- УФН. 2023. 193, № 9 **23.05-01.218, 23.05-01.574, 23.05-01.575**
- Физика плазмы. 2023. 49, № 8 **23.05-01.569, 23.05-01.570**
- Физические основы приборостроения. 2022. 11, № 4 **23.05-01.66**
- Южно-Сибирский научный вестник. 2023, № 4 **23.05-01.192**

Конференции и сборники

- 11-я Российская мультikonференция по проблемам управления. Санкт-Петербург, 02—04 октября 2018 г. СПб.: Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электроприбор". 2018 **23.05-01.23**, **23.05-01.225**, **23.05-01.226**
- XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020 **23.05-01.171**, **23.05-01.227**, **23.05-01.228**, **23.05-01.229**, **23.05-01.230**, **23.05-01.231**, **23.05-01.232**, **23.05-01.233**, **23.05-01.234**, **23.05-01.235**, **23.05-01.236**, **23.05-01.237**, **23.05-01.238**, **23.05-01.239**, **23.05-01.240**, **23.05-01.241**, **23.05-01.242**, **23.05-01.243**, **23.05-01.244**, **23.05-01.245**, **23.05-01.246**, **23.05-01.247**, **23.05-01.248**
- Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях. Материалы Международной научно-практической конференции. Белгород, 21—22 сентября 2017 г. Белгород: Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. 2017 **23.05-01.55**, **23.05-01.177**, **23.05-01.178**, **23.05-01.188**

Книги

- 11-я Российская мультikonференция по проблемам управления. Санкт-Петербург, 02—04 октября 2018 г. СПб.: Концерн "Центральный научно-исследовательский институт "Электроприбор". 2018 **23.05-01.6К**
- XVII Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» ИКИ РАН, Москва, 30 сентября—2 октября 2020 г. Сборник трудов. М.: ИКИ РАН. 2020 **23.05-01.7К**
- Акустическая диагностика механизмов. М.: Машиностроение. 1971 **23.05-01.8К**
- Введение в акустическую динамику машин. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы. 1979 **23.05-01.9К**
- Взаимодействие нелинейных колебательных систем с источниками энергии. М.: Наука. 1984 **23.05-01.10К**
- Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибраций. Учеб. пособие. СПб.: Изд. Центр СПбГМТУ. 2004 **23.05-01.2К**
- Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов. М.: Наука. 1984 **23.05-01.11К**
- Виброакустическая диагностика машин и механизмов. М.: Машиностроение. 1987 **23.05-01.12К**
- Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам. Пермь: Вибро-Центр. 2012 **23.05-01.4К**
- Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин. Учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2011 **23.05-01.3К**
- Практические основы виброакустической диагностики машинного оборудования. Уч. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ. 2002 **23.05-01.1К**
- Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительных отраслях. Материалы Международной научно-практической конференции. Белгород, 21—22 сентября 2017 г. Белгород: Белгородский государственный технологический ун-т им. В.Г. Шухова. 2017 **23.05-01.5К**

СОДЕРЖАНИЕ

Библиография	23.05-01.1
Персоналии	23.05-01.23
Классические проблемы линейной акустики и теории волн	23.05-01.40
Нелинейная акустика	23.05-01.90
Физическая акустика	23.05-01.100
Акустика океана, гидроакустика	23.05-01.121
Атмосферная и аэроакустика	23.05-01.149
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика	23.05-01.166
Акустическая экология; Шумы и вибрации	23.05-01.174
Акустика помещений; Музыкальная акустика	23.05-01.176
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование	23.05-01.179
Акустика живых систем; Биологическая акустика	23.05-01.180
Физические основы технической акустики	23.05-01.187
Акустика в инженерном деле	23.05-01.201
Физика	23.05-01.220
Астрономия	23.05-01.225
Авторский указатель Указатель источников	