

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.

№ 04

Выходит 6 раз в год

Москва 2020

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания

20.04-01.1 Форум «Территория NDT 2020». Артемьев Б.В., Галкин Д.И., Матвеев В.И., Зусман Г.В., Ковалев А.В. Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 5, с. 51-63. Рус.

Представлен краткий аналитический обзор мероприятий VII Международного промышленного форума «Территория NDT. Неразрушающий контроль. Испытания. Диагностика» и прошедшей одновременно с ним XXII Всероссийской научно-технической конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике. Все мероприятия проходили в Центральном выставочном комплексе «Экспоцентр» в Москве. Выставку приборов и средств НК и ТД сопровождала деловая программа. В рамках форума были проведены круглые столы по актуальным проблемам неразрушающего контроля и технической диагностики. В выставочном мероприятии приняли уча-

стие более 57 компаний, а информационное обеспечение осуществляли ряд информационных агентств, в том числе ИД «Спектр» и РИА «Стандарты и качество» (журнал «Мир измерений»). Кроме оборудования для неразрушающего контроля и технической диагностики, на стендах экспонентов начинает появляться современная контрольно-измерительная, испытательная и аналитическая техника. В этом году чувствовалась ориентация на высокотехнологические решения для машиностроительной, металлургической, нефтегазовой и других отраслей промышленности. Прошел финал конкурса специалистов по НК и награждение победителей. На данном форуме впервые был организован «Салон инноваций и стартапов 2020», в котором приняли участие представители 20 организаций. Форум продемонстрировал высокий технический уровень средств неразрушающего контроля, их метрологического обеспечения, а также сертификации и стандартизации.

Библиография

20.04-01.2К Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 6. Ульяновск: УлГТУ. 2004

20.04-01.3К Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7. Ульяновск: УлГТУ. 2007. ISBN 978-5-9795-0135-2

20.04-01.4К Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 8. Ульяновск: УлГТУ. 2009

20.04-01.5К Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9. Ульяновск: УлГТУ. 2011. ISBN 978-5-9795-0904-4

В сборнике (выпуск 9) представлены статьи, посвященные аналитическим и численным методам решения задач механики сплошных сред (механики твердого деформируемого тела, газовой динамики, аэрогидроупругости). Часть работ посвящена проблемам устойчивости, оптимальному управлению, методам оптимизации, математической физике, теории дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений.

20.04-01.6К Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10. Ульяновск: УлГТУ. 2014

20.04-01.7К Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11. Ульяновск: УлГТУ. 2017. ISBN 978-5-9795-1753-7

Сборник подготовлен по материалам Международной научно-технической конференции «Математические методы и модели: теория, приложения и роль в образовании» (г. Ульяновск, 28—30 апреля 2016 г.). В сборнике (выпуск 11) представлены статьи, посвященные математическому моделированию, аналитическим и численным методам решения задач механики сплошных сред (механики твердого деформируемого тела, газовой динамики, аэрогидроупругости). Часть работ посвящена проблемам устойчивости, оптимальному управлению, методам оптимизации, математической физике, теории дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений.

Персоналии

20.04-01.8 Рачковский Дмитрий Николаевич. *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 123-124. Рус.

20.04-01.9 Институту прикладной астрономии Российской академии наук — 25 лет. *Ипатов А.В., Шуйгина Н.В. Прикладная физика и математика.* 2013, № 2, с. 110-114. Рус.

8 февраля 2013 года Институту прикладной астрономии Российской академии наук исполнилось 25 лет. За этот короткий по астрономическим меркам период времени сотрудниками ИПА РАН разработан, построен и введен в действие радио интерферометрический комплекс «Квazar-КВО» — один из самых масштабных российских проектов по астрономии. В статье приведены краткие сведения о создании института, о направлениях научных исследований, проводимых в нем, о международной кооперации, о современном облике трех обсерваторий, входящих в состав РСДБ-комплекса «Квazar-КВО», и перспективах их развития в ближайшие годы.

20.04-01.10 Проект "Квazar-КВО". *Финкельштейн А.М. Прикладная физика и математика.* 2013, № 2, с. 115-121. Рус.

Андрей Михайлович Финкельштейн (1942—2011) — доктор физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации, один из основателей и первый директор ИПА РАН. В течение всей своей жизни он писал книгу воспоминаний, философских рассуждений о науке в целом и об астрономии в частности, о людях науки, о жизни вообще. К сожалению, эта книга так и не была закончена, не была нигде напечатана. В данном сборнике с разрешения Э.В. Морозовой (вдовы А.М. Финкельштейна) мы приводим отрывки из этой книги, эмоционально описывающие процесс появления проекта «Квazar-КВО» от первого лица, от лица Человека, который вдохнул жизнь в этот проект, а свою жизнь полностью, без остатка посвятил ему.

20.04-01.11 О А.Н. Колмогорове, В.А. Успенском и других крупнейших математиках мехмата мгу времен "оттепели". *Кушнер Б.А. Прикладная физика и математика.* 2014, № 4, с. 57-71. Рус.

Выпускник мехмата МГУ (поступил в 1959) Борис Кушнер, известный специалист в области математической логики, ученик и сотрудник одного из ее создателей А.А. Маркова (младшего), продолжает в этом своем втором очерке реминисценции о МГУ самых креативных годов, называемых оттепелью 1960-х (первый очерк о А.А. Маркове опубликован в ИНТ-2014-3). В предлагаемом читателю очерке рассказывается о великом русском математике XX века А.Н. Колмогорове, в несколько меньшей степени фигурируют знаменитые математики В.А. Успенский, П.С. Александров, Д.Е. Меньшов, И.Г. Петровский, А.В. Кузнецов, Н.А. Шанин. Упомянуты другие замечательные имена. Прекрасно передана атмосфера на их лекциях и семинарах. В конце 1960-х гг «оттепель» закончилась, ушел из жизни ректор МГУ Петровский (1973). Сменилась эпоха. Годы расцвета мехмата МГУ закончились.

20.04-01.12 Вавиловский дом — ФИАН; физики и лирики. *Чернышев Л.Я. Прикладная физика и математика.* 2018, № 1, с. 13-21. Рус.

Физический институт им. П.Н. Лебедева — крупнейший институт РАН. До второй мировой войны был частью математического института им. Стеклова, а после выделился в отдельный институт и его директором стал С.И. Вавилов Институт

переехал в Москву и сразу же С.И. Вавилов приступил к строительству отдельного большого здания в то время за городом. В настоящее время ФИАН в этом здании находится в черте города, на Ленинском проспекте, д. 53. Именно этот период ФИАН, и строительство домов для людей, работающих в ФИАН, их образ жизни описывается в настоящей статье.

20.04-01.13 "Крутой маршрут" А.К. Гейма и К.С. Новосёлова к нобелевской премии. *Смолеговский А.М. Прикладная физика и математика.* 2018, № 5, с. 16-39. Рус.

«Крутой маршрут» А.К.Гейма и К.С. Новосёлова к завоеванию Нобелевской премии включает события их жизни. Рассмотрены исследования ученых на родине и за границей. В центре повествования — графеновая эпопея. Подчеркнуто, что быстрый выход на мировой исследовательский уровень и пионерские работы по графену обусловлены фундаментальной подготовкой в Московском физико-техническом институте. Это предопределило уникальные результаты их исследований. Отмечена ведущая роль М.И. Кацнельсона в группе Гейма—Новоселова. Показана реакция соотечественников и иностранцев на присуждение Нобелевской премии выходцам из России.

20.04-01.14 Уильям Лоренс Брэгг (1890—1971). *Фрагменты биографии.* *Смолеговский А.М. Прикладная физика и математика.* 2020, № 3, с. 28-33. Рус.

Рассмотрены фрагменты биографии великого английского ученого Уильяма Лоренса Брэгга, включающие детские годы, обучение в Аделаидском университете и Тринити колледже, начало научной деятельности, участие в Первой мировой войне, события, предшествующие началу Второй мировой войны. Кратко освещены послевоенные исследования.

20.04-01.15 Леонид Евгеньевич Собисевич (к 90-летию со дня рождения). *Акустический журнал.* 2020. 66, № 4, с. 463-464. Рус.

Профессор Собисевич Л.Е. является известным ученым в области прикладной геофизики и гидрофизики, включая такие разделы как: — Теория и методы экспериментальных исследований геофизических и гидрофизических (акустических, гидроакустических, сейсмических, гидродинамических и электромагнитных) полей. — Мониторинг волновых процессов, генерируемых в литосфере и других геосферах в результате внешних и внутренних воздействий, с учетом эволюции локализованных неоднородных структур, активно влияющих на изменение окружающей среды. — Развитие новых подходов в задачах аппаратного мониторинга сейсмической активности, включая изучение сейсмогравитационных процессов и сопутствующих гравитомангнитных возмущений, с целью получения новой научной информации об условиях формирования очаговых структур крупных геофизических катастроф.

20.04-01.16 Памяти Николая Семёновича Кардашёва. *Балега Ю.Ю., Гурвиц Л.И., Дажесаманский Р.Д., Зелёный Л.М., Келлерманн К.И., Ковалев Ю.Ю., Колачевский Н.Н., Коноваленко А.А., Курт В.Г., Новиков И.Д., Парийский Ю.Н., Черепачук А.М. УФН.* 2020. 190, № 6, с. 669-670. Рус.

20.04-01.17 Памяти Дмитрия Александровича Варшаловича. *Александров Е.Б., Быков А.М., Забродский А.Г., Иванчик А.В., Каминкер А.Д., Каплянский А.А., Левшаков С.А., Розанов Н.Н., Сурис Р.А., Сюняев Р.А., Херсонский В.К., Яковлев Д.Г. УФН.* 2020. 190, № 7, с. 783-784. Рус.

Классические проблемы линейной акустики и теории волн

Математическая теория распространения волн

20.04-01.18 Об одностороннем распространении поверхностных волн, возбуждаемых колеблющейся пластиной. *Ефремов И.И., Лукацкий Е.П. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 8.* Улья-

новск: УлГТУ. 2009, с. 67-72. Рус.

Рассмотрена задача определения условий одностороннего распространения поверхностных волн, возбуждаемых пластиной, колеблющейся на свободной поверхности весомой жидкости. Получено соотношение между амплитудами четных (симметричных) и нечетных (антисимметричных) форм колебаний, обеспечивающее одностороннее распространение волн. В ка-

честве подтверждающего примера рассмотрено сочетание симметричных поперечных и антисимметричных угловых колебаний пластины.

20.04-01.19 Сравнительный анализ численного моделирования динамики упругой пластины в потоке газа. Анжилов А.В., Захарова А.Б. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ, 2011, с. 83-89. Рус.

На основе разработанных программных продуктов в двух системах компьютерной алгебры Mathcad и Mathematica проведены численные эксперименты и их сравнение по исследованию динамики упругой пластины, обтекаемой потоком идеальной несжимаемой жидкости (газа).

20.04-01.20 Динамика частиц в звуковой волне с учетом парных взаимодействий. Борискина И.П., Дворянинова Н.В. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ, 2011, с. 132-137. Рус.

Рассматривается динамика частиц в звуковой волне и влияние различных факторов на поведение частиц в звуковой волне: первоначальная ориентация частиц относительно скорости набегающего потока жидкости, относительно начальной фазы волны. Исследования показывают, что возможно как сближение частиц, так и их удаление друг от друга. Полученные результаты по динамике частиц в звуковой волне могут быть использованы для вычисления интенсивности рассеяния энергии звуковой волны с учетом взаимодействия частиц.

20.04-01.21 Математическая модель для исследования динамики взаимодействия круглой пластины, подкрепленной ребрами жесткости, с пульсирующим слоем вязкой несжимаемой жидкости. Быкова Т.В., Могилевич Л.И., Попов В.С. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ, 2011, с. 143-150. Рус.

Осуществлена постановка задачи гидроупругости для круглой пластины, подкрепленной ребрами жесткости, взаимодействующей с абсолютно твердым штампом через слой вязкой несжимаемой жидкости. На базе данной задачи разработана математическая модель для исследования динамики взаимодействия стенок канала с находящимся в нем пульсирующим слоем жидкости.

20.04-01.22 О решениях типа "простая волна" дифференциальных уравнений с частными производными. Вельмисов П.А., Казакова Ю.А. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ, 2011, с. 151-161. Рус.

Рассматриваются решения типа «бегущая волна» ранга 1 (которые называются также решениями типа «простая волна») дифференциальных уравнений с частными производными. Предложена методика, позволяющая получить решения указанного типа без применения метода дифференциальных связей, требующего анализа совместности переопределенных систем. В качестве примера построены решения простых волн для уравнений газовой динамики.

20.04-01.23 Погранслои в окрестности условного фронта волны Рэлея в двухслойной пластине при ударном поверхностном воздействии. Вельмисова А.И., Вильде М.В. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ, 2011, с. 173-183. Рус.

Изучается дальнейшее поле волны Рэлея в задаче Лэмба для двухслойной пластины. Точное решение задачи сопоставляется с решением приближенных уравнений, выведенных асимптотическими методами. Показано, что асимптотическая модель достаточно точно описывает НДС в окрестности условного фронта волны Рэлея. Получены аналитические формулы для определения скачков перерезывающего усилия на фронтах волн Рэлея.

20.04-01.24 Построение пробных решений метода Галёркина в виде многочленов для простейшей краевой задачи. Семёнов А.С. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ,

2011, с. 465-468. Рус.

Для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка построена система пробных функций Галёркина для всех возможных вариантов разделённых линейных граничных условий. Установлены условия существования решения краевой задачи в виде аналитической на отрезке функции.

20.04-01.25 Математическое моделирование упругих продольных волн в жидкости с учетом ее релаксационных свойств. Кудинов И.В., Кузнецова А.Э., Абишева Л.С., Бранфилова А.Н. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10.* Ульяновск: УлГТУ, 2014, с. 119-133. Рус.

Выведено гиперболическое уравнение упругих колебаний жидкости с учетом ее релаксационных свойств и гидравлического сопротивления среды сдвигающим усилиям. Получено точное аналитическое решение данного уравнения применительно к затухающим колебаниям жидкости в трубопроводе и проведен его детальный анализ.

20.04-01.26 Задача моделирования взаимодействия сжимаемого слоя вязкого газа с упругой пластиной. Бучной Н.В., Кондратов Д.В., Могилевич Л.И. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11.* Ульяновск: УлГТУ, 2017, с. 94-98. Рус.

Рассматривается задача моделирования течения вязкого сжимаемого газа в щелевом канале, состоящем из двух пластин. Первая пластина является упругой и удерживается жестким защемлением по краям, а вторая совершает гармонические колебания в вертикальной оси относительно первой и является абсолютно жесткой. Модель представляет собой связанную систему дифференциальных уравнений в частных производных, описывающую динамику движения вязкого сжимаемого газа и упругой балки-полоски с соответствующими граничными условиями.

20.04-01.27 Математическое моделирование динамики взаимодействия слоя вязкой жидкости в кольцевой щели с вибрирующей стенкой. Кондратов Д.В., Попова А.А., Попова Е.В. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11.* Ульяновск: УлГТУ, 2017, с. 145-152. Рус.

Рассмотрена динамическая задача гидроупругости внутренней стенки кольцевого канала, имеющей упругий подвес, и взаимодействующей с сильновязкой несжимаемой жидкостью, протекающей в данном канале. Внутренняя стенка—цилиндр конечных размеров, совершает гармонические колебания под действием возмущающей силы. Вторая стенка канала образована абсолютно жестким неподвижным цилиндром. Построена математическая модель рассматриваемого канала. Найдены гидродинамические параметры слоя вязкой жидкости, находящейся в канале и перемещения внутреннего цилиндра, обусловленные его упругим подвесом и возмущающей силой.

20.04-01.28 Задача моделирования поведения трех соосных упругих цилиндрических оболочек, жестко защемленных на концах, взаимодействующих с двумя пульсирующими слоями жидкости, находящимися между ними. Кондратов Д.В., Елистратова О.В. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11.* Ульяновск: УлГТУ, 2017, с. 153-159. Рус.

Рассматривается проблема математического моделирования гидроупругости трех упругих соосных цилиндрических оболочек конечной длины, жестко защемленных на концах, взаимодействующих с двумя пульсирующими слоями вязкой несжимаемой жидкости между ними. Осуществлен переход к безразмерным переменным.

20.04-01.29 Решение трехмерных уравнений Эйлера—Гельмгольца и Римана—Хопфа для вихревого течения сжимаемой среды и шестая проблема тысячелетия. Чефранов С.Г., Чефранов А.С. *Прикладная физика и математика.* 2017, № 6, с. 18-32. Рус.

Получено точное аналитическое решение задачи Коши в неограниченном пространстве для трехмерного уравнения Эйлера—Гельмгольца (ЭГ) при ненулевой дивергенции поля скорости. Оно описывает вихревое движение по инерции иде-

альной сжимаемой среды и совпадает с точным решением трехмерного уравнения Римана—Хопфа (РХ), моделирующего турбулентность без давления (С.Г. Чефранов, 1991). Для этого решения получено необходимое и достаточное условие возникновения сингулярности в эволюции энтропии за конечное время $t=t_0$, когда возможно его продолжение на времена $t \geq t_0$ в пространстве Соболева $H^0(R^3)$, но уже невозможно это сделать в $H^1(R^3)$. Дано замкнутое описание эволюции энтропии и более высоких моментов полей скорости и вихря, точно решена проблема замыкания теории турбулентности. Показана возможность продолжения полученного гладкого решения уравнений ЭГ и РХ в пространстве Соболева $H^q(R^3)$ уже для любых $q \geq 1$ и $t \geq t_0$ за счет введения достаточно большого коэффициента линейного внешнего трения или же введения сколь угодно малой эффективной объемной вязкости. Получено новое дивергентное решение задачи Коши для трехмерного уравнения Навье—Стокса (НС), которое совпадает с указанным гладким (при любых $q \geq 1$ и $t \geq t_0$) решением уравнений ЭГ и РХ, учитывающим эффект вязкости сжимаемой среды и достаточное условие положительности скорости роста интегральной энтропии в виде линейной связи давления и дивергенции поля скорости. Доказана необоснованность априорного исключения дивергентных решений в формулировке шестой проблемы тысячелетия в Математическом институте Клэя (Кэмбридж, МА), когда требуется решить задачу о существовании гладких решений трехмерного уравнения НС только для случая бездивергентных течений несжимаемой среды.

20.04-01.30 Движение тонкого тела, взвешенного в слое вязкой жидкости при импульсном движении стенок. Звягин А.В., Ганиев О.Р., Гранова Г.Н., Украинский Л.Е. *Прикладная физика и математика*. 2018, № 6, с. 32-39. Рус.

Рассматривается возможность прогнозируемого изменения положения тонкого тела (жёсткий тонкий цилиндр), взвешенного в слое вязкой жидкости при импульсном движении границы канала. Локальное вязкое взаимодействие тела с жидкостью считается пропорциональным относительной скорости точки нити в двигающейся жидкости. Показана возможность перевода тела в положение, параллельное стенкам канала. Полученные результаты можно использовать в технологии изготовления тонких пластин однонаправленного композита с короткими волокнами в качестве заполнителя.

20.04-01.31 Возбуждение звука в морской среде пучком высокоэнергетических частиц. Кистович А.В. *Процессы в геосредах*. 2020, № 2, с. 684-695. Рус.

Представлено асимптотическое решение задачи терморadiационного возбуждения звука пучком высокоэнергетических частиц, тормозящихся в морской среде в заранее известной области пространства-времени. В явном виде показано, что диаграмма направленности такого звукового источника для экспериментально наблюдавшихся режимов торможения пучка имеет свой максимум вблизи плоскости, перпендикулярной оси области торможения. Система собственных функций акустического излучения относится к типу N-волн. Справедливость заложенных моделей и результатов, полученных при использовании данного подхода, проверялась в предельном случае полубесконечной области торможения с однородной продольной интенсивностью давления возбуждения. Это позволило определить адекватный вариант физической модели процесса, который обеспечивал точное совпадение с известными результатами в данном предельном случае.

20.04-01.32 Современные методы математического моделирования развития гидродинамических неустойчивостей и турбулентного перемешивания. Тишкин В.Ф., Гасилов В.А., Змитренко Н.В., Кучугов П.А., Ладонкина М.Е., Повещенко Ю.А. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 57-90. Рус.

Изучение развития возмущений под действием различных гидродинамических неустойчивостей, а также переход к развитому перемешиванию и турбулентности, уже на протяжении многих десятилетий представляет значительный интерес. В первую очередь это связано с важностью этих процессов для различных областей науки и техники. Кроме того, следует от-

метить, что до сих пор не получено окончательных результатов, касающихся, например, характеристик турбулентных течений. Всё это стимулирует большой интерес к данной тематике как в плане физической теории, так и в плане развития новых подходов к математическому моделированию соответствующих задач. Возможности современной вычислительной техники позволяют проводить численные эксперименты как в двумерных, так и в трёхмерных постановках, анализировать особенности предлагаемых новых численных методов. В настоящее время на практике применяется огромное количество таких методов со многими их модификациями. Данный обзор посвящен наиболее перспективным, по мнению авторов, из них.

20.04-01.33 Численное моделирование обтекания жесткого винта в косом потоке. Аблакин И.В., Бобков В.Г., Козубская Т.К., Вершков В.А., Крицкий Б.С., Мургазов Р.М. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2020, № 4, с. 105-116. Рус.

Работа посвящена численному моделированию течения около вращающегося жесткого несущего винта вертолета на режиме косо обтекания на основе осредненных уравнений Навье—Стокса в неинерциальной системе координат. Расчеты проводились с помощью исследовательского программного комплекса NOISEtte, особенностью которого является использование схем с реберно-ориентированной реконструкцией переменных на неструктурированных гибридных сетках, а также коммерческого пакета программ ANSYS CFX. Численно полученные аэродинамические характеристики несущего винта сравниваются с данными физического эксперимента.

20.04-01.34 Антисимметричное решение трехмерных уравнений Навье—Стокса для несжимаемой жидкости с поведением "типа торнадо". An antisymmetric solution of the 3D incompressible Navier—Stokes equations with "tornado-like" behavior. Boldrighini C., Frigio S., Pellegrinotti A., Sinai Ya.G. *Ж. эксперим. и теор. физ.* 2020. 158, № 2, с. 395-398. Англ.

We consider a solution of the incompressible Navier—Stokes equations in R^3 , related to the singular complex solutions of Li and Sinai [e20094-LiSi08], and such that a growth of the enstrophy $S(t)$ is expected. The computer simulations show that $S(t)$ increases up to a time T_E (singularities are excluded by axial symmetry). They also reveal an interesting "tornado-like" behavior, with a sharp increase of speed and vorticity in an annular region, as for some "extreme" weather phenomena. DOI: 10.31857/S0044451020080167.

Отражение, дифракция и рефракция волн

20.04-01.35 Численное моделирование плоской задачи нестационарной динамики и дифракции волн. Низомов Д.Н., Ходжибоев А.А., Ходжибоев О.А. *Доклады академии наук республики Таджикистан*. 2010. 53, № 4, с. 279-284. Рус.

Исследуются вопросы, связанные с распространением и дифракцией сейсмических волн. Разработана математическая модель численного решения задачи дифракции волн на основе метода Вольтерра.

Рассеяние акустических волн

20.04-01.36 Рассеяние волн на вертикально расположенном на дне водоема толстом препятствии с прямоугольным поперечным сечением при наличии на поверхности водоема ледяного покрова. Рэй С., Де С., Мандал Б.Н. *Прикладная механика и техническая физика*. 2020. 61, № 3, с. 100-109. Рус.

Рассматривается задача о рассеивании волн на толстом препятствии с прямоугольным поперечным сечением, вертикально расположенном на дне водоема конечной глубины при наличии ледяного покрова. Ледяной покров моделируется однородной тонкой упругой пластиной. Задача сведена к решению сингулярных интегральных уравнений первого рода. Интегральные уравнения решены с использованием аппроксимаций Галеркина полиномами, умноженными на весовые функции, учитывая-

ющие характер течения в окрестности препятствия. Определены зависимости коэффициентов отражения и пропускания от волнового числа при различных значениях параметров задачи. Установлено, что толщина препятствия оказывает существенное влияние на характер течения, поэтому при моделировании волнорезов необходимо учитывать их толщину.

Упругие волны в твердых телах

20.04-01.37 О регуляризации задачи распространения волн в анизотропной неоднородной среде. *Джусурев Х.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2010. 53, № 2, с. 104-109. Рус.

Рассматривается проблема устойчивости распространения волн в анизотропной неоднородной среде. Построен класс приближенного решения в виде регуляризирующих операторов, обладающих свойством устойчивости к малым отклонениям исходных данных. При этом важную роль играет выбор сглаживающей функции и условия согласования параметра регуляризации с погрешностью.

Отражение, дифракция, рассеяние упругих волн

20.04-01.38 Об отражении и преломлении гармонических плоских звуковых волн плоской границей раздела сред, произвольных по акустическим свойствам. *Кобелев Ю.А. Известия вузов. Радиофизика.* 2019. 62, № 4, с. 286-296. Рус.

Предлагаются универсальные выражения для амплитуд продольных и поперечных плоских звуковых волн, отраженных и преломленных плоской границей раздела двух сред. Выражения справедливы как для жидких и газообразных, так и для упругих изотропных сред. Преимуществами этих выражений являются относительная наглядность в сравнении с известными и общепринятыми формулами и возможность перехода от одной задачи рассеяния к другой простой заменой соответствующих волновых чисел. Несмотря на известные приемы, используемые при вычислениях и имеющие скорее методический характер, удалось обнаружить новый тип поверхностных волн на границе упругих сред. Данные волны характеризуются либо отношениями волновых чисел поперечных волн и плотностей, либо только волновыми числами продольных волн и отношением плотностей сред.

Стоячие волны, резонанс, нормальные моды

20.04-01.39 Резино-жидкостный резонатор. *Казаков Л.И. Акустический журнал.* 2020. 66, № 4, с. 357-365. Рус.

Выполнен расчет акустических характеристик резино-жидкостного резонатора, сочетающего свойства пустой полости в резине, резонатора Гельмгольца и водно-воздушного, газового пузыря в вязкоупругой среде и в оболочке, пузырька в жидкости. Уравнение вынужденных колебаний резонатора в поле звуковой волны получено применением принципа наименьшего действия. Вычислена собственная частота резонатора. Рассмотрены следующие механизмы диссипации звуковой энергии: за счет сдвиговой вязкости резины, за счет вязкости жидкости в горле, тепловые потери в воздушной камере, потери на излучение. Приведены экспериментальные данные. Обсуждены возможные применения резонатора.

Волноводы, волны в трубах и направляющих системах

20.04-01.40 Оценка взаимодействия вязкой несжимаемой жидкости с упругими стенками трубы кругового и кольцевого сечений при воздействии волны деформации. *Блинкова А.Ю., Иванов С.В., Ковалева И.А. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ. 2011, с. 104-116. Рус.

В современном приборо- и машиностроении одними из рас-

пространственных элементов являются трубопроводы кругового и кольцевого сечения. Ранее проведены исследования ламинарного движения вязкой несжимаемой жидкости под действием гармонического по времени перепада для абсолютно жесткой трубы с круговым сечением и для трубы — упругой цилиндрической оболочки в случае кругового сечения. Настоящее исследование посвящено анализу и оценке взаимодействия вязкой несжимаемой жидкости в случаях кругового и кольцевого сечения с упругими стенками, по которым распространяются волны деформации.

20.04-01.41 Перспективы использования гибких ультразвуковых волноводных систем в медицине и технике. *Минченя В.Т., Степаненко Д.А. Приборы и методы измерений.* 2010. 1, № 1, с. 6-16. Рус.

Представлен всесторонний обзор современных и возможных будущих применений гибких ультразвуковых волноводов в медицине и технике. Рассмотрены проблемы расчета, моделирования и производства гибких волноводов. Также представлены некоторые результаты авторов в этой области, в частности методики моделирования, разработанные для расчета гибких волноводов, и ультразвуковые технологии и оборудование для ультразвуковой тромбэктомии, разогрева замороженного топлива и ультразвукового сверления хрупких материалов. Описана оригинальная технология производства гибких волноводов, основанная на электролитно-плазменной обработке.

20.04-01.42 Моделирование ультразвуковых волноводов кольцевого типа для контроля механических свойств и терапевтического воздействия на биологические ткани. *Минченя В.Т., Степаненко Д.А., Бобровская А.И. Приборы и методы измерений.* 2011. 2, № 1, с. 72-84. Рус.

Представлены результаты моделирования кольцевого волновода-инструмента для ультразвукового воздействия на биологические материалы, в частности, злокачественные опухоли, и контроля их механических свойств. С целью определения геометрических параметров волновода, обеспечивающих его резонанс на заданной частоте возбуждения, выполнен гармонический анализ вынужденных изгибных колебаний волновода с использованием программы ANSYS и языка программирования APDL. Разработанная конечно-элементная модель учитывает взаимодействие между волноводом и тканью опухоли, а также предварительное напряженное состояние ткани, сжатой волноводом в радиальном направлении. Рассчитаны и представлены резонансные кривые волновода в зависимости от его толщины и диаметра. Описан принцип применения разработанной методики моделирования для получения диагностической информации о механических свойствах биологических тканей.

20.04-01.43 Динамика простой волны в канале. *Пятницкий Л.Н. Прикладная физика и математика.* 2016, № 3, с. 3-8. Рус.

Считается, что простая волна (волна Римана) сохраняет свои свойства и в канале, например, при движении газа перед поршнем. Однако ограниченность сечения трубы (и канала вообще) существенно меняет характер течения. Вязкое трение о стенки создает локальные возмущения давления, которые распространяются как акустические волны, заполняющие объем течения сеткой колебаний параметров. При соответствующей скорости течения они выглядят как турбулентные пульсации. Кроме того, в ограниченном сечении простая волна приобретает свойства волнового пучка, который подвержен дифракционной расходимости. Отраженные от стенок волны типа сферического сегмента образуют модовую структуру колебаний, как в обычном волноводе. Диссипация, вызванная вязким трением, и расходимость волнового пучка нарушают автомодельность течения: в каналах простая волна становится волной квазипростой.

20.04-01.44 Простая волна трансформации в канале. *Пятницкий Л.Н. Прикладная физика и математика.* 2019, № 3, с. 37-41. Рус.

Теория совершенной простой волны исключает влияние стенок при распространении в канале. Трение потока на поверхности стенки приводит к некоторому росту давления и температуры в окрестности стенки. Область такого подъема излучает

акустические сферические волны. Кроме того, поток простой волны, движущейся в канале, фактически является волновым пучком конечного диаметра, который подвергается дифракционной дивергенции, которая преобразует плоскую волну в сферический сегмент. Суперпозиция этих волн образует пространственно временное поле возмущений параметров потока. Если число Рейнольдса потока достигает некоторого критического значения, то поток называется турбулентным. Некоторая часть энергии потока превращается в тепло и энергию этих волн. Все эти процессы нарушают условия адиабатичности потока и струй потока. Следовательно, простая волна не может существовать в канале по своему определению.

20.04-01.45 Кинематика течения вязкой жидкости при заполнении трубы с коаксиальным центральным телом. Борзенко Е.И., Шрагер Г.Р. *Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2020, № 3, с. 51-58. Рус.

Проведено численное моделирование течения вязкой жидкости со свободной поверхностью, реализующегося при заполнении вертикальной круглой трубы с коаксиальным центральным телом в поле силы тяжести. Математическая постановка задачи включает уравнения Навье—Стокса и неразрывности, которые дискретизируются методом контрольного объема с привлечением корректирующей процедуры SIMPLE. Естественные граничные условия на свободной поверхности удовлетворяются с использованием метода инвариантов. Выполнены параметрические исследования процесса заполнения. Построены критерийные зависимости характеристик формы свободной поверхности от основных безразмерных параметров задачи. Исследована картина массораспределения.

20.04-01.46 Условия фокусировки волны давления в пузырьковом клине. Гималтдинов И.К., Кочанова Е.Ю. *Акустический журнал*. 2020. 66, № 4, с. 351-356. Рус.

Исследована динамика волны давления в плоском канале с расположенной под углом границей пузырьковой и “чистой” жидкостей. Показано, что при переходе границы водовоздушная смесь—вода отражение для волн, падающих на эту границу со стороны водовоздушной смеси, аналогично отражению от жесткой стенки, что влечет за собой интерференцию волн. Установлено, что с увеличением объемного содержания и с уменьшением радиуса пузырьков максимальное значение амплитуды давления результирующей волны на стенке увеличивается.

См. также **20.04-01.27**, **20.04-01.28**

Излучение источников, импеданс, картины полей

20.04-01.47 Исследование характеристик излучателя колебаний на основе резонатора Гельмгольца в потоке жидкости. Гатауллин Р.Н., Кравцов Я.И., Марфин Е.А. *Прикладная физика и математика*. 2017, № 3, с. 3-11. Рус.

Приводится решение научно-практических задач повышения эффективности технологии комбинированного воздействия на нефтяные пласты и оптимизации конструкции излучателей колебаний давления, что подчеркивает ее актуальность. Представлена математическая модель, позволяющая определить зависимость числа Струхала от геометрических характеристик резонатора Гельмгольца, являющегося основным элементом излучателя. В работе также представлены результаты экспериментального исследования излучателя колебаний давления и предложены оптимальные геометрических параметров устройства с целью повышения эффективности генерации колебаний.

20.04-01.48 Вычисление асимптотики энергии для решения волнового уравнения генерации звука в жидкости. Срумова Ф.В. *Доклады академии наук республики Таджикистан*. 2010. 53, № 10, с. 767-769. Рус.

Проведено вычисление асимптотики энергии для решения волнового уравнения генерации звука в жидкостях.

20.04-01.49 Об асимптотике энергии, излученной случайно расположенными источниками колебаний. Срумова Ф.В. *Доклады академии наук республики Таджикистан*. 2015. 58, № 2, с. 116-118. Рус.

Вычислена энергия, излученная распределенным по Пуассону точечным источником колебаний.

20.04-01.50 Исследования акустического поля, генерируемого сверхзвуковой струей. Маракасов Д.А., Сазанович В.М., Цевк Р.Ш., Шестернин А.Н., Губанов Д.А. *Оптика атмосферы и океана*. 2019. 32, № 4, с. 296-303. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований акустического поля, генерируемого сверхзвуковой струей на вертикальной струйной установке Института теоретической и прикладной механики СО РАН. Измерения выполнены с помощью 9 микрофонов, размещенных симметрично относительно оси струи. Анализируются форма фазового фронта звуковой волны, спектры широкополосного акустического шума и дискретных составляющих с высоким временным и пространственным разрешением. Показано, что структура турбулентности в акустическом поле неоднородная и формируется несколькими источниками.

20.04-01.51 Эволюция узкополосных шумовых пучков при больших акустических числах Рейнольдса. Гурбатов С.Н., Дерябин М.С., Касьянов Д.А., Курин В.В. *Известия вузов. Радиофизика*. 2018. 61, № 7, с. 541-544. Рус.

Рассматривается распространение интенсивных акустических пучков, имеющих на начальной апертуре шумовую временную структуру. Экспериментально исследована эволюция вероятностного распределения и спектра волны на разрывной стадии распространения, когда поле на оси излучателя представляет собой последовательность разрывов с универсальным поведением между ними. Теоретически и экспериментально показано, что спектр поля при этом сохраняет свою форму, определяемую вероятностным распределением частоты исходной волны.

20.04-01.52 Локализация источника в неоднородном акустическом волноводе с использованием модового алгоритма пониженного ранга. Сазанович А.Г., Смирнов И.П. *Известия вузов. Радиофизика*. 2019. 62, № 9, с. 681-693. Рус.

Построен адаптивный модовый алгоритм пониженного ранга, позволяющий локализовать акустический источник с помощью вертикальной антенной решетки, работающей в условиях неполной информации о пространственной изменчивости волноводного канала распространения. Путём статистического моделирования установлено, что реализованный способ оценивания обладает лучшими потенциальными возможностями по сравнению с традиционными методами MUSIC и максимума правдоподобия, осуществляющих обработку в пространстве элементов антенны, и обеспечивает значительное преимущество как в точности измерения координат, так и в достигаемой с его помощью вероятности правильной локализации. Приведена верификация предложенного метода с использованием экспериментальных данных, полученных в Ладожском озере. Показано, что соответствующий адаптивный алгоритм (в сочетании с модовой фильтрацией) характеризуется высокой разрешающей способностью, гарантирует устойчивость процедуры оценивания к дегерминированному рассогласованию, обусловленному неточным знанием геоакустических характеристик донных осадков, и, в отличие от соответствующих традиционных способов, позволяет корректно решить обратную задачу.

20.04-01.53 Метод создания абсолютно плотных фазированных решеток для неинвазивной ультразвуковой хирургии с контролем степени нерегулярности расположения элементов. Росницкий П.Б., Сапожников О.А., Гаврилов Л.Р., Хозлова В.А. *Акустический журнал*. 2020. 66, № 4, с. 366-376. Рус.

При разработке фазированных антенных решеток для использования в неинвазивной ультразвуковой хирургии требуется обеспечить максимально возможную мощность при заданных размерах решетки. При этом необходимо учесть ограничение на максимально допустимую интенсивность ультразвука на излучающих элементах и обеспечить подавление паразитных дифракционных максимумов в структуре излучаемого поля. Указанная задача может быть решена путем нерегулярного расположения элементов при максимально возможной плотно-

сти заполнения ими поверхности решетки. В настоящей работе разработана модификация метода абсолютно плотного заполнения решеток с мозаичной неперриодической структурой на основе ограничения механизма релаксации в итерационном алгоритме построения решеток. Создана компьютерная модель, позволяющая контролировать степень нерегулярности расположения элементов решетки. Проведена проверка устойчивости низкого уровня паразитных дифракционных максимумов для различных случайных реализаций расположения элементов путем создания статистического ансамбля из 500 моделей решеток. Промонстрированы преимущества рассмотренных решеток по сравнению с существующими моделями плотных решеток.

См. также **20.04-01.29**

Численные методы, компьютерное моделирование

20.04-01.54 Измерения гидродинамических и вибрационных характеристик для валидации численных расчетов возбуждения конструкций потоком жидкости. Будничков А.В., Шмелев Е.И., Куликов Д.А., Логинов А.В., Дмитриев С.М., Прибатурин Н.А., Лобанов П.Д., Суворов А.С., Стуленков А.В. *Приборы и методы измерений*. 2019. 10, № 3, с. 223-232. Рус.

Вибрация конструкций под воздействием нестационарных гидродинамических сил, обусловленных обтеканием потоком поверхностей конструкций, может неблагоприятно сказываться на прочности и усталостной долговечности. Снижение неблагоприятного воздействия гидродинамических сил в настоящее время становится возможным по результатам связанных трехмерных расчетов гидродинамики (CFD) и вибрации. Однако для адекватного описания в связанной задаче определяющих физических процессов должны использоваться специфические именно для задачи гидроупругих колебаний расчетные модели и подходы. Для обоснования и валидации таких подходов разработана экспериментальная модель и выполнена серия исследований процесса возбуждения конструкции потоком воды. В качестве конструкции рассматривалась модель, состоящая из двух последовательно установленных цилиндров в поперечном потоке рабочей среды. В процессе испытаний, в зависимости от скорости потока, измерялись уровни вибраций и пульсаций давления в потоке и нестационарных полей скорости. Относительно простая конструкция рассматриваемой модели позволила применить различные бесконтактные системы измерений нестационарных процессов для кроссвалидации получаемых экспериментальных данных и для оценки неопределенностей в процессе испытаний. На основании полученных данных синхронных измерений анализировалось взаимное влияние потока и динамики конструкции, обусловленное эффектом синхронизации между частотой срыва (или ее гармониками) и собственной частотой цилиндров. Таким образом, выполненные исследования позволили получить информацию одновременно и о динамических характеристиках потока, и о параметрах, характеризующих вибрацию, для случая консольного закрепления стержней. Полученные экспериментальные данные используются для определения требований к точности проведения численных расчетов гидродинамических сил и для валидации одно- и двусторонне связанных методов численного расчета возбуждений конструкций потоком.

20.04-01.55 Моделирование колебаний балки с заделанными концами с применением дробного интегродифференцирования. Резвиашвили С.Ш., Псху А.В., Кудяков А.М. *Прикладная физика и математика*. 2017, № 4, с. 51-55. Рус.

Разработана математическая модель колебаний заделанной с двух сторон балки с учетом эффекта динамического гистерезиса, который описывается с помощью дробного интегродифференцирования. В аналитическом виде найдено решение основного уравнения модели. Проведены численные расчеты и показано, что применение аппарата дробного интегродифференцирования позволяет физически корректно описывать диссипативный характер колебаний балки.

20.04-01.56 Численное моделирование необратимого деформирования и фрагментации осесимметричной стальной камеры при взрыве заряда в её полости. Киселев А.Б., Логинов Д.П. *Прикладная физика и математика*. 2020, № 3, с. 3-9. Рус.

Представлены расчёты необратимого динамического деформирования и фрагментации цилиндрической стальной камеры при действии интенсивной кратковременной нагрузки, обусловленной взрывом заряда конденсированного ВВ в её полости. Расчеты проведены при использовании разработанной численной методики, основанной на применении интегрального критерия, начала макроразрушения предельной удельной диссипации, а также на вероятностной теории типа Вейбулла. Задача имеет непосредственное отношение к проблеме хранения и транспортировки опасных веществ, а также защиты от взрывного воздействия обнаруженных неизвестных объектов в местах скопления людей.

20.04-01.57 Применение метода минимальных автономных блоков для решения акустических задач. Орлова А.С. *Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика*. 2015, № 3, с. 50-55. Рус.

Предложена методика расчета двумерных и трехмерных акустических полей на основе метода минимальных автономных блоков. Методика базируется на декомпозиции исследуемой области на систему блоков (прямоугольников или прямоугольных параллелепипедов), акустические свойства которых описываются матрицами рассеяния. В состав декомпозиционной схемы, кроме основных, могут входить вспомогательные блоки, используемые для описания различных типов граничных условий. Приведены аналитические выражения для расчета элементов основных и вспомогательных матриц рассеяния. Описан рекомпозиционный алгоритм, применяемый для согласования блоков с различными акустическими свойствами. Рассмотрены основные этапы итерационного алгоритма, используемого для расчета акустического поля в исследуемой области. В основе алгоритма лежит моделирование многократного рассеяния канальных волн на системе минимальных автономных блоков. Представлены результаты тестовых расчетов на основе предложенной методики. Рассмотрена двумерная задача об излучении точечного источника в квадратной области, где заданы жесткие и мягкие граничные условия. Решена трехмерная акустическая задача об излучении двух когерентных точечных источников, расположенных в свободном пространстве.

20.04-01.58 Численное моделирование взаимодействия уединенной волны с подводным волноломом в модельном бассейне. Михайличенко С.Ю., Иванча Е.В., Базыкина А.Ю. *Процессы в геосредах*. 2020, № 2, с. 702-709. Рус.

Работа посвящена численному моделированию взаимодействия уединенной поверхностной волны с подводным прямоугольным волноломом в модельном бассейне постоянной глубины с использованием негидростатической гидродинамической модели SWASH (Simulating WAVes till SHore). Исследовались особенности трансформации проходящей над препятствием волны при изменении ширины и высоты берегозащитного сооружения. На основе численных экспериментов проведен расчет коэффициентов трансформации для солитона и зоны площади его ослабления за волноломом. Определена локализация области максимального ослабления проходящей за берегозащитное сооружение волны. Проведен анализ особенностей пространственной структуры колебаний свободной поверхности, возникающих вследствие взаимодействия солитона с волноломом. Рассчитаны осредненные по глубине орбитальные скорости жидкости и определена зависимость их величин и направлений от геометрических параметров подводного препятствия.

20.04-01.59 Исследование модели распространения ультразвуковых колебаний в иммерсионной среде с образцом. Ермолин К.С., Шелковников Ю.К., Осипов Н.И. *Ползуновский альманах*. 2019, № 4, с. 39-43. Рус.

Рассмотрены особенности распространения ультразвуковых волн в слоистых средах. Определены коэффициенты отражения, прохождения и затухания ультразвуковых волн для сред

с различным акустическим импедансом. Рассмотрено влияние материалов образца на фокусное расстояние активного концентратора. Получена в среде MathCad модель распространения ультразвуковых волн через многослойную структуру, имитирующую образец в иммерсионной среде.

См. также **20.04-01.19**, **20.04-01.32**, **20.04-01.33**

Методы измерений и инструменты

20.04-01.60 Модуль дистанционной калибровки на основе пьезокерамического биморфа. *Кондратьев К.В., Сергеевич В.Н., Девирный Г.В., Шишкина А.Ф. Прикладная физика и математика.* 2017, № 3, с. 17-22. Рус.

Изложены результаты 3D моделирования модуля дистанционной калибровки (МДК). Модуль предназначен для калибровки тягомера, входящего в состав автоматизированного рабочего места огневых приемочных испытаний плазменных реактивных двигателей. Тяга двигателя не превышает 10 Гс. Работает он только в термовакуумных условиях, в том числе при крайних температурах. Механическая передача энергии происходит за счет сухого трения ведущего и ведомого звеньев. Принцип функционирования пьезокерамического биморфа основан на его изгибе относительно среднего положения под воздействием переменного напряжения. При этом происходит изгиб всей пластины биморфа (по аналогии с биметаллической пластиной). Разработанная модель отвечает условиям, предъявляемым техническим заданием для модуля дистанционной калибровки. Основным требованием к устройствам, реализуемых в космической отрасли и функционирующих в условиях вакуума, является минимизация массогабаритных показателей и компактность. Габариты спроектированного модуля: высота 115 мм, ширина 48 мм, глубина 48 мм. Возможность комбинировать нагрузку накалибровочную нить обеспечивается частичным или полным задействованием преобразователей усилия, подъемные лапки которых взаимодействуют с грузами номиналов 1, 2, 4 и 8 г. Широкий диапазон входного напряжения питания пьезокерамических биморфов позволяет регулировать амплитуду колебания, что в свою очередь обеспечивает плавное поднятие и опускание грузов. В конструкции предусмотрены направляющие стержни для вертикально направленного воздействия грузов на калибровочную нить. Разработанный МДК позволяет удаленно поводить пошаговую калибровку и сверять показания датчика на рамке подвеса двигателя с номиналом грузов, воздействующих на калибровочную нить. Оператор, проводящий процедуру калибровки, постоянно имеет актуальную информацию о состоянии всех четырех грузов за счет наличия индикаторной лапки, замыкающей контакт в момент, когда груз находится в верхнем положении.

20.04-01.61 Колебания мембраны на границе потока жидкости. *Звягин А.В., Садыгова Н.Э.Г. Прикладная физика и математика.* 2020, № 3, с. 10-14. Рус.

Рассматривается задача совместных колебаний мембраны и движущейся жидкости. Мембрана является частью границы потока жидкости. Считается, что жидкость является идеальной, несжимаемой, а течение — потенциальным. Система уравнений задачи состоит из уравнения Лапласа для потенциала скоростей жидкости, уравнения колебаний мембраны и связывающих их граничных условий. Потенциал жидкости ищется в форме действительной части аналитической функции — интеграла типа Коши. Учитывая граничные условия за дачи, с помощью формул Сохоцкого—Племеля, получено интегродифференциальное уравнение колебаний мембраны на границе жидкости. Решение полученного уравнения ищется в форме установившихся колебаний. Методом последовательных приближений удается найти частоты собственных колебаний системы «мембрана—жидкость» с любой заданной точностью. Разработанный метод позволяет исследовать зависимость частоты колебаний от основных параметров задачи — плотности и скорости жидкости, упругих характеристик мембраны. Рассматриваемая задача в линейном приближении имеет колебания близкие к гармоническим.

20.04-01.62 Сравнение СВЧ-диагностики с други-

ми методами неразрушающего контроля композиционных изделий. *Бугаев А.С., Ивашов С.И., Разевиг В.В., Чиж М.А. Успехи соврем. радиоэлектрон.* 2020. 74, № 4-5, с. 19-38. Рус.

Постановка проблемы. Внедрение новой технологии голографических подповерхностных радиолокаторов в качестве метода неразрушающего контроля диэлектрических композиционных материалов, используемых в аэрокосмической области и других отраслях промышленности, потребовало обширных исследований с целью определения наиболее перспективных областей применения с учетом состава композитов и их механических и электрических свойств. Возникла также необходимость разработать методы и алгоритмы обработки регистрируемой информации, включая алгоритмы восстановления радиоголограмм, специфичные для подповерхностной радиолокации. Учитывая, что СВЧ-методы стали использоваться недавно, то вполне понятен интерес к сравнению эффективности разрабатываемой технологии, в первую очередь, с рентгеновскими, инфракрасными и ультразвуковыми методами, которые традиционно используются для неразрушающего контроля различного рода материалов и конструкций. Цель. Исследовать внедрение новой технологии голографических подповерхностных радиолокаторов в качестве метода неразрушающего контроля диэлектрических композиционных изделий и материалов и провести ее сравнение с традиционными рентгеновскими, ультразвуковыми и инфракрасными методами. Результаты. Приведены результаты экспериментов по сравнению эффективности различных методов неразрушающего контроля с СВЧ-технологией, использующей принципы, заложенные при создании голографических подповерхностных радиолокаторов. Практическая значимость. Результаты исследований помогут специалистам в области неразрушающего контроля, планирующим использовать новую технологию радиовидения, основанную на технологии голографических подповерхностных радиолокаторов, для определения направления новых исследований и решения текущих производственных задач по неразрушающему контролю материалов, изделий и конструкций.

20.04-01.63 Диагностика локального временного профиля ультразвукового пучка в воде с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния. *Першин С.М., Брысев А.П., Гришин М.Я., Леднев В.Н., Бункин А.Ф., Клопотов Р.В. Письма в ЖЭТФ.* 2020. 111, № 7, с. 464-468. Рус.

Впервые с помощью импульсной лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния света реализована диагностика локального профиля акустического давления с пиковым перепадом 50 МПа на частоте 2.0 МГц в фокусе ультразвукового пучка, распространяющегося в воде. Пучок лазера (527 нм, 10 нс) фокусировали в перетяжку ультразвукового пучка под углом 90°. Рассеянные назад фотоны регистрировали в стробируемом спектроанализаторе. Обнаружено, что спектры комбинационного рассеяния света в моменты, соответствующие максимуму и минимуму акустического давления, заметно отличаются. Используя эту особенность для поточечной репродукции профиля акустического давления, задержку между импульсами ультразвука и лазера последовательно увеличивали с шагом 50 нс. Показано, что возникающие при этом изменения в положении центра полосы валентных колебаний O—H молекул воды в спектре комбинационного рассеяния света в пределах погрешности измерений воспроизводят профиль акустического давления, непосредственно измеренный PVDF-гидрофоном в точке лазерного зондирования. Полученные результаты могут служить основой нового метода дистанционной диагностики временного профиля акустического давления и мониторинга локальных динамических процессов сжатия-растяжения в воде вплоть до критических значений, соответствующих кавитационному разрыву, когда использование гидрофона может привести к его разрушению.

См. также **20.04-01.191**

Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

20.04-01.64 Моделирование удара конического стержня о полуограниченный стержень. Манжосов В.К. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 6.* Ульяновск: УлГТУ, 2004, с. 91-103. Рус.

Рассмотрена модель продольного удара неоднородного конического стержня о полуограниченный стержень. Конический стержень представлен n -м количеством последовательно сопряженных цилиндрических участков. Часть полуограниченного стержня представлена $(n_k - n)$ -м количеством сопряженных участков. Описано распространение продольных волн деформаций в пределах произвольного малого участка стержня и преобразование этих волн на границах сопряженных участков. Осуществлено моделирование удара. Результаты моделирования сопоставлены с результатами расчета ударной силы по аналитической зависимости для тестовой задачи. Удар конического стержня о полуограниченный однородный стержень и методология расчета продольного удара стержней различной конфигурации рассмотрены ранее.

20.04-01.65 Расчёт на свободные колебания стержневых конструкций произвольной геометрии. Голованов А.И., Шигабутдинов А.Ф., Якушин С.А. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 6.* Ульяновск: УлГТУ, 2004, с. 177-179. Рус.

Приводится конечно-элементная модель нахождения динамических характеристик стержневых конструкций произвольной геометрии. Элементами конструкций могут быть криволинейные стержни, с изменяющейся по длине жесткостью и поперечным сечением.

20.04-01.66 Возникновение повторных соударений при продольном ударе однородного и ступенчатого стержней при неударяющих связях. Витурин А.А., Манжосов В.К. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7.* Ульяновск: УлГТУ, 2007, с. 49-64. Рус.

Рассмотрен продольный удар однородного стержня массой m_1 и длиной l_1 о неподвижный неоднородный ступенчатый стержень, взаимодействующий с жесткой преградой.

20.04-01.67 Поперечные волны в цилиндрической оболочке при продольном ударе. Шигабутдинов Ф.Г., Муртазин Р.З., Мухутдинов Р.Ф. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7.* Ульяновск: УлГТУ, 2007, с. 263-267. Рус.

С одной стороны, цилиндрические оболочки переменной толщины находят достаточно широкое применение в инженерной практике. С другой стороны, переменность толщины оболочки может появиться из-за нарушений и сбоев в технологии изготовления оболочки. В этом случае переменность толщины выступает как дефект оболочки. Ранее рассматривалось вылучивание ступенчато переменных по длине цилиндрических оболочек, изготовленных из ортотропного материала и приводился тестовый пример на вылучивание изотропной цилиндрической оболочки при продольном ударе абсолютно твердым телом, толщина которой меняется от одного продольного радиального сечения к другому. Вдоль фиксированного продольного радиального сечения толщина оболочки оставалась постоянной. В данной работе получено развитие решения предыдущей задачи. В частности: удалось уменьшить величину шага по угловой координате вдвое и довести числовой эксперимент до шести пробегов волны. Задача ставится и решается в неосесимметричной постановке.

20.04-01.68 О нелинейных колебаниях маятника переменной длины на вибрирующем основании. Красильников П.С. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9.* Ульяновск: УлГТУ, 2011, с. 283-300. Рус.

Описана обобщенная схема усреднения системы с несколькими малыми независимыми параметрами: получены уравнения первого и второго приближений, оценка точности приближения и величина асимптотически большого интервала времени. Рассмотрена задача о колебаниях маятника переменной длины на вибрирующем основании при больших частотах вибраций и ма-

лых амплитудах гармонических колебаний длины маятника и точки его подвеса. Получены усредненные уравнения первого и второго приближений, описаны бифуркации стационарных режимов в уравнениях первого приближения, а также во втором приближении при резонансе 1:2. Описана одна из возможных перестроек фазового портрета в окрестности резонанса 1:2 на основе численного исследования. Показано, что изменение параметра резонансной расстройки от нуля до величины первого порядка малости по малому параметру ведет к стабилизации верхнего положения равновесия через расщепление сепаратрисы для резонансного случая, сопровождающееся появлением стохастической паутины в окрестности этого равновесия, ее локализации, последующего стягивания в точку равновесия и формирования новой зоны колебаний.

20.04-01.69 Волновые процессы в стержне, жестко соединенным с ведущим звеном (локомотивом) и тянущим ведомое звено (транспортируемый объект). Манжосов В.К., Кашижиров С.А. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10.* Ульяновск: УлГТУ, 2014, с. 185-196. Рус.

Построена волновая модель движения стержня, жестко соединенным с ведущим звеном (локомотивом) и тянущим ведомое звено. Движение ведущего звена кинематически задано. Движение поперечных сечений стержня описано волновым уравнением. Решение волнового уравнения строится с использованием метода бегущих волн. Функции прямых и обратных волн на различных интервалах движения определяются из условий их формирования в сечениях стержня, сопряженных с ведущим звеном и транспортируемым объектом.

20.04-01.70 Неустойчивый режим движения виброударной системы при действии периодической силы релейного типа и нанесении удара в момент переключения силы. Манжосов В.К., Новиков Д.А. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10.* Ульяновск: УлГТУ, 2014, с. 197-207. Рус.

Рассмотрена модель движения ударной системы при периодическом силовом воздействии релейного типа. Выполнен расчет параметров системы, обеспечивающий заданные характеристики предельного цикла движения. Представлены результаты моделирования движения ударной системы.

20.04-01.71 Устойчивость упруго-пластической цилиндрической оболочки при продольном ударе. Хамитов Т.К. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10.* Ульяновск: УлГТУ, 2014, с. 257-261. Рус.

Получены критические длины потери устойчивости упруго-пластических цилиндрических оболочек при продольном ударе. На ударяемом торце оболочки мгновенно прикладывается постоянное во времени напряжение, превышающее предел текучести материала. Учитываются эффекты, связанные с конечностью скорости распространения продольной волны вдоль оболочки. Для материала оболочки принимается схема с линейным упрочнением. Использована теория малых упруго-пластических деформаций А.А. Ильюшина.

20.04-01.72 Влияние местных дефектов на волнообразование в ортотропных конических оболочках при продольном ударе. Шигабутдинов Ф.Г., Мухутдинов Р.Ф. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10.* Ульяновск: УлГТУ, 2014, с. 277-284. Рус.

Геометрически нелинейные дифференциальные уравнения продольно-поперечных движений тонкой ортотропной оболочки типа Тимошенко, учитывающие сдвиг и инерцию вращения, используются для анализа продольно-поперечных движений конических оболочек с локальными изменениями толщины при продольных ударах абсолютно твердым телом. Результаты решений представлены в виде двумерных и трехмерных графиков, отображающих картину волнообразования по всей поверхности оболочки.

20.04-01.73 Об одной нелокальной краевой задаче для уравнения колебаний мембраны. Махмадуллоев З.Н. *Доклады академии наук республики Таджикистан.*

2006. 49, № 3, с. 215-220. Рус.

In the article for the equation of vibration membrane, the presence of classical solution of the composite and non-local proposition is identified membrane. At the present moment the solution of the composition is found on the aspect of biorthogonal Fourier doublemeasural range on the base of their system of proper and junctional functions.

20.04-01.74 Влияние местных дефектов на волнообразование в ортотропных конических оболочках при продольном ударе. *Музутдинов Р.Ф., Шигабутдинов Ф.Г.* Вестник МГСУ. 2013, № 10, с. 60-67. Рус.

Геометрически нелинейные дифференциальные уравнения продольно-поперечных движений тонкой ортотропной оболочки типа Тимошенко, учитывающие сдвиг и инерцию вращения, используются для анализа продольно-поперечных движений конических оболочек с локальными изменениями толщины при продольных ударах абсолютно твердым телом. Результаты решений представлены в виде двумерных и трехмерных графиков, отображающих картину волнообразования по всей поверхности оболочки.

20.04-01.75 Влияние различия свойств поверхностей на осесимметричные колебания сжатой капли в переменном электрическом поле. *Алабужев А.А., Кашина М.А.* Известия вузов. Радиофизика. 2018. 61, № 8, с. 662-676. Рус.

Рассматриваются колебания сжатой капли жидкости в переменном электрическом поле. Исследована зависимость частот и декрементов затухания её собственных колебаний от параметров задачи. Основная частота свободных колебаний может обращаться в нуль на некотором интервале значений параметра Хокинга. Длина этого интервала зависит от соотношения размеров капли. Частоты других мод колебаний капли монотонно убывают с увеличением параметра Хокинга. При исследовании вынужденных колебаний обнаружены хорошо заметные резонансные эффекты. При любых неравных значениях параметров Хокинга амплитуда колебаний боковой поверхности всегда конечна. Однако при одинаковых параметрах Хокинга амплитуда неограниченно нарастает в случае малой диссипации. Показано, что по боковой поверхности капли распространяются бегущие капиллярные волны.

20.04-01.76 Асимптотический анализ вынужденных колебаний двухслойных пластин при наличии вязкого сопротивления. *Агаловян Л.А., Агаловян М.Л., Закарян Т.В.* Прикл. мат. и мех. 2020. 84, № 1, с. 91-101. Рус.

Нелинейные параметры среды

20.04-01.79 Нелинейные акустические эффекты в стержневых резонаторах с жесткими границами. *Назаров В.Е., Кияшко С.Б.* Известия вузов. Радиофизика. 2018. 61, № 7, с. 566-582. Рус.

Проводится теоретическое исследование нелинейных акустических эффектов (амплитудно-зависимых потерь, сдвига резонансных частот и генерации второй гармоники) и определения пороги параметрической генерации субгармонических колебаний на дробных частотах в стержневых резонаторах с жесткими границами и различными видами нелинейности (упругой, гистерезисной, разномодульной).

См. также **20.04-01.48**

Теория нелинейных акустических волн

20.04-01.80 Математическая модель для исследования нелинейных волн в упругой цилиндрической оболочке с конструкционным демпфированием, окруженной упругой средой. *Блинкова А.Ю., Иванов С.В., Мо-*

Асимптотическим методом решена трехмерная динамическая задача о вынужденных колебаниях ортотропной двухслойной пластинки при наличии в слоях внутреннего трения. Считается, что трение пропорционально скорости точек. На лицевых поверхностях двухслойного пакета заданы значения напряжений, которые изменяются во времени гармонически. Найдено общее асимптотическое решение внутренней задачи. Показано, что трение (диссипация) приводит к тому, что амплитуды колебаний всегда остаются конечными, в то время как при отсутствии внутреннего трения существуют частоты, при которых амплитуда превращается в бесконечность.

20.04-01.77 Свободные колебания подкрепленных поперечными ребрами неоднородных ортотропных цилиндрических оболочек, заполненных жидкостью. *Латифов Ф.С., Юсифов М.З., Ализаде Н.И.* Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 3, с. 198-206. Рус.

Исследуются собственные колебания подкрепленных поперечными ребрами неоднородных ортотропных цилиндрических оболочек, заполненных жидкостью. Изучены зависимости частотной характеристики от различных геометрических и физических параметров задачи.

См. также **20.04-01.61**

Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

20.04-01.78 Простые решения линейной задачи о возбуждении длинных волн на поверхности жидкости источником в упругом основании. *Доброхотов С.Ю., Ильясов Х.Х., Толстова О.Л.* Механика твердого тела. 2020, № 4, с. 126-129. Рус.

Рассматривается задача о возбуждении волн на поверхности слоя жидкости, лежащего на упругом полупространстве. Источник возбуждения располагается в упругой среде. Решается совместная система уравнений теории упругости в полупространстве и теории волн в жидкости. На основе полученных ранее упрощенного решения дисперсионного уравнения для водной моды с учетом влияния упругого полупространства и интегрального представления перемещения поверхности жидкости, вызванных источником простого вида, строятся аналитические формулы для решения задачи в предположении длинных волн. Проводится сравнение результатов, полученных по аналитическим формулам и интегральным представлениям.

См. также **20.04-01.59**

Нелинейная акустика

гилевич Л.И., Попов В.С. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10. Ульяновск: УлГТУ. 2014, с. 14-18. Рус.

Успехи в исследовании нелинейных волновых процессов в акустических волноводах, связанные с теорией солитонов, позволили провести анализ распространения нелинейных уединенных волн деформаций в упругих и нелинейно-упругих цилиндрических оболочках без учета рассеивания энергии в них, а также возможного воздействия окружающей их упругой среды. Настоящее исследование посвящено анализу распространения нелинейных волн деформации в бесконечно длинной упругой цилиндрической оболочке с конструкционным демпфированием и окруженной упругой средой.

20.04-01.81 Математическое моделирование волновых явлений в двух геометрически нелинейных упругих соосных цилиндрических оболочках, содержащих вязкую несжимаемую жидкость. *Блинков Ю.А., Блинкова А.Ю., Месянжин А.В., Могилевич Л.И.* Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11. Ульяновск: УлГТУ. 2017, с. 58-72. Рус.

Известны математические модели волновых движений в бесконечно длинных геометрически нелинейных оболочках, а так-

же соосных оболочках, содержащих вязкую несжимаемую жидкость, на базе связанных задач гидроупругости, описываемых уравнениями динамики оболочек и вязкой несжимаемой жидкости. Методом возмущений по малому параметру задачи получены математические модели волнового процесса в бесконечно длинных геометрически нелинейных соосных цилиндрических упругих оболочках, отличающиеся от известных учетом наличия несжимаемой вязкой жидкости между оболочками и внутри в виде системы обобщенных уравнений Кортвега—де Вриза.

20.04-01.82 Численное моделирование волновых явлений в двух геометрически и физически нелинейных упругих соосных цилиндрических оболочках, содержащих вязкую несжимаемую жидкость. *Блинков Ю.А., Месянжин А.В., Могилевич Л.И., Черненко А.В. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11.* Ульяновск: УлГТУ. 2017, с. 73-85. Рус.

Известны математические модели волновых движений в бесконечно длинных физически нелинейных оболочках, а также соосных оболочках, содержащих вязкую несжимаемую жидкость, на базе связанных задач гидроупругости, описываемых уравнениями динамики оболочек и вязкой несжимаемой жидкости. Методом возмущений по малому параметру задачи получены математические модели волнового процесса в бесконечно длинных в физически нелинейных соосных цилиндрических упругих оболочках, отличающиеся от известных учетом наличия несжимаемой вязкой жидкости между оболочками и внутри, на основе связанных задач гидроупругости. Построенная разностная схема и проведено численное моделирование.

20.04-01.83 Численное моделирование нелинейных волн дисперсии в оболочке с учетом конструкционного демпфирования при воздействии упругой окружающей среды. *Блинков Ю.А., Евдокимова Е.В., Могилевич Л.И., Попов В.С. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11.* Ульяновск: УлГТУ. 2017, с. 86-93. Рус.

Исследование посвящено анализу распространения нелинейных волн деформаций в упругих цилиндрических оболочках с учетом конструкционного демпфирования, окруженных упругой средой.

20.04-01.84 Интегрирование общего уравнения Кортвега—де Вриза с самосогласованным источником интегрального типа. *Хойтметов У.А. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2007. 50, № 4, с. 307-311. Рус.

In this work laws of evolution of the scattering data of the Sturm—Liouville operator with potential being solution of general Korteweg—de Vries equation with a self-consistent source integral type in a class of rapidly decreasing complex valued functions are deduced.

20.04-01.85 Нелинейные волновые образования в диспергирующих средах. *Абдуллоев Х.О., Размонов С.С. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2019. 62, № 3-4, с. 187-192. Рус.

Изучены нелинейные волны в диспергирующих средах в одномерном случае. Нелинейность, генерируя гармоники с большими волновыми числами, усиливает диссипацию волновых пакетов. Дисперсия, перемешивая фазы, подавляет этот процесс.

20.04-01.86 Солитонные решения уравнения Гинзбурга—Ландау с кубической нелинейностью. *Рахими Ф., Абдуллоев Х.О., Девонакулов Ш.А., Размонов С.С. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2019. 62, № 5-6, с. 303-308. Рус.

Представлены результаты изучения комплексного уравнения Гинзбурга—Ландау, имеющего важную роль во многих разделах физики. В рамках этого уравнения изучено поведение диссипативных солитонов, которые возможны в результате взаимодействия между линейным и нелинейным усилением, то есть являются импульсообразными солитонами. С другой стороны, уравнение Гинзбурга—Ландау является важной моделью для описания процессов в оптических передающих системах с фильтрацией.

20.04-01.87 Роль "толстого" солитона в динамике солитонного газа в рамках уравнения Гарднера. *Диден-*

кулова Е.Г., Пелиновский Е.Н. Известия вузов. Радиофизика. 2018. 61, № 8, с. 700-710. Рус.

Исследованы статистические моменты солитонного газа (среднее поле, дисперсия, асимметрия и эксцесс), описываемого в рамках уравнения Гарднера с отрицательной кубической нелинейностью. Рассмотрено влияние предельного («толстого», или столообразного) солитона на статистические моменты солитонного газа. Показано, что оно существенно, если интенсивность толстого солитона сравнима с интенсивностью солитонов умеренной амплитуды.

20.04-01.88 Численное моделирование "волн-убийц" на морской поверхности в рамках потенциальных уравнений Эйлера. *Слюняев А.В., Кокорина А.В. Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2020. 56, № 2, с. 210-223. Рус.

Выполнено прямое численное моделирование гравитационных волн ветрового диапазона на двумерной поверхности моря в рамках исходных потенциальных уравнений гидродинамики. Обсуждаются результаты обработки полученных данных для условий глубокого моря, спектра JONSWAP и разных интенсивностей волнения, ширины углового спектра и пиковатости. Статистические и спектральные характеристики волн эволюционируют в течение длительного времени. Показана специфическая асимметрия характерных профилей аномально высоких волн. Рассчитаны продолжительности экстремальных событий, которые могут составлять до нескольких десятков периодов волн.

20.04-01.89 Трехмерное численное моделирование морских волн. *Чаликов Д.В. Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2020. 56, № 3, с. 360-372. Рус.

Даются характеристики численных моделей поверхностных волн, основанных на полных уравнениях движения жидкости со свободной поверхностью в потенциальном приближении. Рассматриваются их возможности и области применения. Более подробно описана модель, использующая связанную с поверхностью систему координат. Уравнение Лапласа для потенциала в такой системе координат превращается в полное эллиптическое уравнение, которое решается как уравнения Пуассона с итерациями по правой части. Предложен метод решения основанный на разделении решения на аналитическое и отклонение от него. Этот подход значительно ускоряет вычисления. Задача в целом решается для периодической по обоим горизонтальным направлениям области Фурье методом с расчетом нелинейных членов на густой сетке. Проведено моделирование развития волнового поля под действием ветра и диссипации. Показано, что трансформация основных интегральных характеристик решения удовлетворительно согласуется с известными данными. Перечисляются возможные приложения развиваемого подхода.

20.04-01.90 Влияние резонансных акустических колебаний на вольт-амперную характеристику тлеющего разряда. *Фадеев С.А., Кашапов Н.Ф., Сайфутдинов А.И. Вестник Казанского гос. технич. ун-та им. А. Н. Туполева.* 2020. 76, № 1, с. 132-137. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований влияния резонансных акустических колебаний на вольт-амперную характеристику тлеющего разряда. Показано, что в присутствии резонансных акустических колебаний при фиксированных значениях тока наблюдается увеличение энерговклада в разряд.

См. также [20.04-01.26](#), [20.04-01.58](#), [20.04-01.79](#)

Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

20.04-01.91 К теории нелинейных взаимодействий ударных волн в условиях парадокса Неймана. *Шиндяпин Г.П., Гамаюнова Е.Н. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 6.* Ульяновск: УлГТУ. 2004, с. 55-70. Рус.

На основе анализа общей постановки краевых задач взаимо-

действия УВ и их асимптотических решений проведены аналитические исследования параметров, характеризующих образующиеся ударно-волновые структуры при невырожденных и вырожденных нерегулярных и регулярных взаимодействиях. Найдены аналитические выражения для границ областей существования различных ударно-волновых структур. С помощью класса точных решений проведен анализ полей давлений (скоростей) различных структур нерегулярных взаимодействий ударных волн.

20.04-01.92 Аналитическое исследование класса задач рефракции с невырожденным фронтом преломленной ударной волны на поверхности газ—газожидкостная среда. Шиндяпин Г.П., Матушкин А.А. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7. Ульяновск: УлГТУ. 2007, с. 268-278. Рус.

Исследуются процессы рефракции ударной волны на свободной поверхности, разделяющей газовую и газожидкостную (пузырьковую) среды. Выявлено влияние основных параметров на интенсивность преломленной ударной волны, другие параметры и режимы рефракции. Определен класс задач рефракции для которых интенсивность преломленной ударной волны сравнима с интенсивностью падающей ударной волны. В исследованиях, приведенных ранее рассматривались в основном задачи, характеризующиеся вырождением фронта преломленной ударной волны.

20.04-01.93 Экспериментальное исследование нестационарных характеристик взаимодействия ударной волны с турбулентным пограничным слоем. Лу С.Г., Йи С.Х., Хе Л., Ганг Д.Д., Нью Х.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4, с. 137-150. Рус.

Взаимодействие ударной волны с турбулентным пограничным слоем исследовано экспериментально в аэродинамической трубе с низким уровнем шума при числе Маха 3.4. Угол генератора ударной волны составлял $\tau=15^\circ$ и число Рейнольдса на единицу длины равнялось $6.30 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$. Температура стенок и распределение давления на них во время процесса возмущения турбулентного пограничного слоя ударной волной были получены на основе метода температурно-чувствительного окрашивания и системы определения параметров воздуха, установленной заподлицо на стенке трубы, при этом основное поле течения в области взаимодействия было секционировано. Одновременно используя средства рассеяния плоскополяризованного лазерного излучения наномаркерами, в области взаимодействия были зарегистрированы мгновенные тонкие структуры и на их основе проанализирована пространственно-временная эволюция структуры течения. Изображения, полученные методами визуализации течения, показали, что место колебаний индуцированной ударной удовлетворяет нормальному распределению. При сравнении изображений, полученных при визуализации течения, и данных измерений температуры была обнаружена корреляция между структурой течения в области взаимодействия и изменением температуры стенки. В то же время колебания давления на стенке в центральной части области взаимодействия ударной волны и турбулентного пограничного слоя были измерены высокочастотным датчиком пульсационного давления. Результаты измерений плотности энергетического спектра показали, что при воздействии ударной волны, приходящей из генератора ударных волн, на интервале колебаний индуцированной ударной волны имеются две характеристических частоты сигнала, равные 12 и 30 кГц. Для сигнала с частотой 12 кГц величина частоты и амплитуда возрастали от зоны турбулентного пограничного слоя к области местного отрыва потока, и энергия колебаний индуцированной ударной волны увеличивалась. В каждой точке измерений амплитуда пика сигнала постепенно уменьшалась от области местного отрыва потока к зоне его вторичного присоединения, тогда как энергия сигнала постепенно ослабевала. Для высокочастотного сигнала на частоте 30 кГц изменение частоты каждого канала было относительно небольшим, сравнительно устойчивым, и энергия сигнала фокусировалась.

20.04-01.94 Эволюция структуры акустических сигналов, вызванных ударом падающей капли о жидкость. Чашечкин Ю.Д., Прохоров В.Е. Акустический журнал.

2020. 66, № 4, с. 377-390. Рус.

Согласованными высокоразрешающими оптическими и акустическими методами впервые синхронно зарегистрирована тонкая структура процессов, инициированных погружением свободно падающей капли воды в бассейн с дегазированной жидкостью. Основное внимание уделено анализу эволюции тонкой структуры картины течений, сопутствующих капиллярных волн и амплитудно-частотных характеристик звуковых пакетов. Последовательность акустических сигналов включает ударный импульс, возникающий при первичном контакте капли с поверхностью покоящейся принимающей жидкости, и серию последующих звуковых пакетов. Ударный импульс, который устойчиво воспроизводится в условиях данных экспериментов, имеет сложную структуру, включающую короткие интервалы высокочастотных осцилляций и более протяженные интервалы низкочастотных осцилляций. Число излучаемых звуковых пакетов и их параметры произвольно меняются от опыта к опыту при сохранении неизменными размера капли и высоты падения. В серии опытов выделены случаи одиночного и повторного излучения пакетов различного спектрального состава, а также полного их отсутствия. Анализ данных проведен с учетом влияния “двойного слоя”, заменяющего поверхность слияния жидкостей, в котором сохраняются возмущения, возникающие при преобразовании доступной потенциальной поверхностной энергии в другие формы — тепловую, возмущения давления и энергию тонких течений, активно воздействующих на газовые полости.

См. также **20.04-01.79**

Нелинейная акустика твердых тел

20.04-01.95 Элементарная модель при моделировании продольного удара стержня о жесткую преграду. Литстрова К.С., Манжосов В.К. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 8. Ульяновск: УлГТУ. 2009, с. 160-172. Рус.

Разработана элементарная модель продольного удара стержня о жесткую преграду, построены решения уравнений движения. Представленные решения преобразованы к универсальному виду, когда в структуре этих выражений используются безразмерные параметры перемещений, скоростей и времени.

20.04-01.96 Колебания стержня с учётом релаксационных свойств материалов. Еремин А.В., Кудинов И.В., Абишева Л.С., Жуков В.В., Скворцова М.П. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11. Ульяновск: УлГТУ. 2017, с. 128-135. Рус.

Разработана математическая модель колебаний упругого стержня под действием внешней гармонической нагрузки с учётом релаксационных свойств материала и сил сопротивления, оказываемого стержнем процессу изменения его формы. Дифференциальное уравнение модели получено с учётом зависимости от времени напряжений и деформаций в формуле закона Гука, сведённой к виду усложнённых моделей Максвелла и Кельвина—Фойхта. Результаты исследований модели численным методом позволяют заключить, что при совпадении частоты собственных колебаний стержня с частотой колебаний внешней нагрузки наблюдается резонанс, сопровождающийся неограниченным возрастанием амплитуды колебаний (при отсутствии сопротивления среды). В случае учета сопротивления среды и релаксационных свойств материала при совпадении частоты собственных колебаний стержня и частоты колебаний внешней нагрузки (резонансные колебания) могут возникать явления бифуркационного резонанса в затухающих и незатухающих процессах колебаний.

См. также **20.04-01.40, 20.04-01.64, 20.04-01.65, 20.04-01.66, 20.04-01.67, 20.04-01.72, 20.04-01.74**

Влияние нелинейности на скорость и поглощение

20.04-01.97 Расчёт частотной дисперсии акустических параметров водных растворов электролитов. Оди-

наев С., Аждодов Д.М. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 8, с. 695-703. Рус.

Исследованы дисперсия скорости и коэффициент поглощения звука водного раствора электролита NaCl с учётом вклада процесса структурной релаксации. Получены общие динамические выражения для скорости и коэффициента поглощения звука в широком диапазоне частот. Приводится численный расчёт полученных выражений и результаты сопоставляются с релаксационной теорией, а также с экспериментальными данными.

Отражение, дифракция, рефракция, рассеяние интенсивных волн

См. 20.04-01.51

Акустические течения и радиационное давление

20.04-01.98 Метод расчета гидродинамического взаимодействия сферических частиц в нестационарном потоке вязкой жидкости. Коновалова Н.И., Мартынов С.И. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7. Ульяновск: УлГТУ. 2007, с. 159-164. Рус.

В последние годы особый интерес представляет моделирование нестационарных процессов в многофазных, в частности двухфазных, средах. Учет гидродинамического взаимодействия n частиц при этом усложняется, поскольку в этом случае необходимо учитывать нестационарные слагаемые в уравнениях движения вязкой жидкости и ускорение частиц. Для одиночной сферы метод решения задача об обтекании нестационарным однородным потоком вязкой жидкости в линейном приближении выполнен ранее. Поскольку в силу линейности уравнений гидродинамическое взаимодействие n частиц в этом случае можно представить как сумму парных взаимодействий, где суммирование берется по всем частицам из заданной конфигурации, представляет интерес рассмотреть задачу о взаимодействии двух частиц в нестационарном потоке и исследовать влияние гидродинамического взаимодействия на их динамику в потоке.

20.04-01.99 Колебания неосесимметричного цилиндра в заполненной жидкостью полости, совершающей вращательные осцилляции. Щипицын В.Д. Письма в Журнал технической физики. 2020. 46, № 15, с. 43-46. Рус.

Экспериментально исследовано поведение цилиндрического тела неосесимметричного сечения в горизонтально расположенной цилиндрической кювете, заполненной вязкой несжимаемой жидкостью, при вращательных колебаниях. Обнаружен и изучен эффект вибрационного подвеса тяжелого неосесимметричного цилиндра вблизи дна вибрирующей полости на расстоянии, сравнимом с толщиной вязкого слоя Стокса. Исследованы характер осцилляционной динамики тела и его взаимодействие с границей полости посредством скоростной видеорегистрации процесса. Ключевые слова: подъемная сила, неосесимметричное цилиндрическое тело, вязкая жидкость, вращательные вибрации, гидродинамическое взаимодействие.

20.04-01.100 Математическое моделирование и экспериментальная верификация акустических течений вблизи ультразвукового сонотрода. Хамидуллин Б.А., Никифоров С.А., Цивильский И.В., Гильмутдинов А.Х. Вестник Казанского гос. техн. ун-та им. А. Н. Туполева. 2020. 76, № 1, с. 21-25. Рус.

Представлены результаты моделирования воздействия ультразвукового сонотрода на жидкости различной вязкости — глицерин и дистиллированную воду. Соноотрод функционировал на полной мощности с постоянной частотой 15 кГц. Результаты, полученные численными методами, верифицированы экспериментально высокоскоростной видеосъемкой.

См. также 20.04-01.36, 20.04-01.40

Нелинейные диспергирующие волны, солитоны

20.04-01.101 Математическая модель для исследования нелинейных волн в упругой цилиндрической оболочке, окруженной упругой средой. Землянухин А.И., Иванов С.В., Могилевич Л.И., Попов В.С., Ближкова А.Ю. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10. Ульяновск: УлГТУ. 2014, с. 80-83. Рус.

Успехи в исследовании нелинейных волновых процессов в акустических волноводах, связанные с теорией солитонов, позволили провести анализ распространения нелинейных уединенных волн деформаций в упругих и нелинейно-упругих цилиндрических оболочках без учета возможного взаимодействия с окружающей оболочку упругой средой. Настоящее исследование посвящено анализу распространения уединенных нелинейных волн деформаций в бесконечно длинных упругих цилиндрических оболочках, окруженных упругой средой.

20.04-01.102 Законы дисперсии, нелинейные уединенные волны и моделирование ядер интегро-дифференциальных уравнений, описывающих возмущения в средах гидродинамического типа с сильной пространственной дисперсией. Урулов А.В. Акустический журнал. 2020. 66, № 4, с. 391-400. Рус.

Рассмотрено интегро-дифференциальное уравнение, моделирующее среды с сильной пространственной дисперсией и нелинейностями гидродинамического типа (уравнение Уизема). Предложен способ построения ядра интегрального члена, позволяющий качественно учитывать особенности законов дисперсии линейных волн в средах с пространственной дисперсией. Подробно рассматривается случай, когда ядро содержит два независимых параметра, характеризующих его амплитуду и ширину. Получены и проанализированы законы дисперсии линейных волн, а также решения в виде уединенных волн предельной и малой амплитуды. В частности, показано, что при соответствующем выборе параметров можно получить значение угла заострения на вершине уединенной волны предельной амплитуды на поверхности слоя жидкости, равное углу Стокса.

См. также 20.04-01.80, 20.04-01.86, 20.04-01.87

Источники интенсивного звука, фокусирующие устройства

См. 20.04-01.51, 20.04-01.63

Нелинейная акустика структурно неоднородных сред

20.04-01.103 Особенности электроакустического преобразования энергии цилиндрическими пьезокерамическими излучателями с внутренними экранами в составе плоских систем. Лейко А.Г., Кандрачук И.В., Святненко А.О. Приборы и методы измерений. 2018. 9, № 1, с. 85-95. Рус.

Рассмотрена задача излучения звука плоской системой, образованной из цилиндрических пьезокерамических излучателей с внутренними акустически мягкими экранами. Продольные оси излучателей параллельны и лежат в одной плоскости. Указанная система характеризуется взаимодействием электрических, механических и акустических полей в процессе преобразования излучателями электрической энергии в акустическую и взаимодействием акустических полей излучателей в процессе формирования полей в окружающих средах. Целью работы являлось определение закономерностей электроакустического преобразования энергии цилиндрическими пьезокерамическими излучателями с внутренними экранами в составе плоских систем с учетом всех видов взаимодействия. Исследования осуществлялись методом связанных полей в многосвязных областях с привлечением теорем сложения для цилиндрических волновых функций. Физические поля, возникающие при излучении звука такой системой, определены путем совместного решения системы дифференциальных уравнений: волнового уравнения; уравнений движения тонких пьезокерамических оболочек в перемещениях; уравнений вынужденной электростатики для пьезокерамики при заданных граничных усло-

виях, условиях сопряжения полей на границах раздела взаимосвязанных областей и электрических условиях. Решение задачи сведено к решению бесконечной системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов разложений полей в ряды по волновым функциям. Анализ результатов численных расчетов, выполненных на основе полученных аналитических соотношений, позволил установить ряд закономерностей в электромеханоакустическом преобразовании энергии излучателями в составе плоских систем. При этом учтены:

взаимодействие полей в процессе преобразования энергии; взаимодействие излучателей и системы по акустическому полю; степень нарушения радиальной симметрии акустического нагружения излучателей от величины акустического взаимодействия; многомодовость механических полей излучателей в составе плоской системы и зависимость перераспределения энергии между модами колебаний от степени нарушения радиальной симметрии акустического нагружения излучателей.

Физическая акустика

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

20.04-01.104 О дисперсии скорости и поглощения сдвиговых волн в магнитных жидкостях. *Одинаев С., Комилов К.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50, № 5, с. 420-424. Рус.

In work on the basis of the molecular-kinetic theory it is investigated a dispersion of velocity and coefficient of absorption of shift waves in magnetic liquids, under influence of a non-uniform magnetic field.

20.04-01.105 О зависимости скорости и коэффициента поглощения сдвиговых волн в магнитных жидкостях от параметров состояния. *Одинаев С., Комилов К., Зарипов А.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51, № 2, с. 107-112. Рус.

In this work the dependence of velocity and coefficient of absorption of shift waves in magnetic liquid on temperature, density and value of no uniform magnetic field are numerically investigated.

20.04-01.106 О влиянии концентрации и намагниченности на скорость и коэффициент поглощения сдвиговых волн в магнитных жидкостях. *Одинаев С., Комилов К., Зарипов А.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51, № 9, с. 646-652. Рус.

In this paper the influences of the concentration and magnetization to the velocity and coefficient of absorption of shear waves in magnetic liquids has been investigated.

20.04-01.107 Исследование сдвиговой вязкости простых жидкостей при оптимальном выборе потенциалов взаимодействия. *Одинаев С., Аюдоодов Д., Мирзоаминов Х.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 12, с. 928-934. Рус.

The investigation of the shear viscosity of simple liquids in optimal choice of potential interactions in wide intervals change thermodynamics parameters.

20.04-01.108 О точных аналитических решениях уравнений газовой динамики. *Голубятников А.Н., Украинский Д.В.* Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 3, с. 141-150. Рус.

В рамках одномерной нестационарной газовой динамики с плоскими волнами развивается теория построения точных аналитических решений задачи Коши с помощью степенных рядов по специальной временной переменной, вид которой определяет конкретный класс движения. В общем виде рекуррентные соотношения на коэффициенты конечны и устроены таким образом, что для вычисления искомых функций не нужно решать дифференциальных уравнений или интегрировать, все члены рядов определяются последовательно по начальным условиям только с использованием алгебраических операций и дифференцирования. Данное обстоятельство позволяет также находить члены рядов точно с помощью любого математического пакета, допускающего символьные преобразования. Обсуждаются необходимые граничные условия и излагается методика контроля поведения рядов. Разбираются примеры физических задач, решаемых разработанным методом.

См. также **20.04-01.75, 20.04-01.97**

Скорость, дисперсия, дифракция и затухание в жидких кристаллах, суспензиях и эмульсиях, полимерах

См. **20.04-01.39**

Скорость, дисперсия, рассеяние, дифракция и затухание в твердых телах; упругие константы

20.04-01.109 Метод малого параметра в задаче об упругих колебаниях при наличии кориолисовых сил. *Ольшанский В.Ю., Серебряков А.В., Нагар Ю.Н.* Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9. Ульяновск: УлГТУ. 2011, с. 417-420. Рус.

Рассмотрены неустановившиеся колебания в поле кориолисовых сил для системы из упругих пьезокерамических пластин при наличии присоединенной массы. Перемещения в пластинах представлены разложениями в ряды по малому параметру. Получены оценки для характеристик тока, генерируемого за счет пьезоэффекта.

20.04-01.110 Колебательные спектры и акустические свойства смешанных кристаллов галогенидов таллия. *Каримов С.Н., Умаров М., Козиев К.С., Раупов Н.Н., Ходжибаев А.К.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51, № 11, с. 818-823. Рус.

On the basis of spectra of Raman scattering and change factor absorption of a sound are certain concentration of elements of thallium and bromine in mixed crystals halogenated thallium.

Акустическая кавитация, сонолюминесценция

20.04-01.111 Динамика коллапса полусферического кавитационного пузырька в контакте с твердой границей. *Постников А.В.* Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4, с. 24-34. Рус.

Экспериментально исследована динамика полусферического пузырька на границе раздела твердое тело-жидкость образующегося в электрохимическом процессе. Фотографии с разрешением по времени применяются для измерения положения стенки пузырька как функции времени. С помощью стробоскопической шпирен-фотографии со временем экспозиции 1 микросекунда показано, что развитие неустойчивостей формы пузырька является общей особенностью динамики пузырька при контакте с твердыми границами. Акустические переходные процессы, испускаемые после схлопывания кавитационного пузырька, регистрировались методом отклонения лазерного луча. Длительность переходного процесса составляет 50–60 наносекунд, что позволяет оценить максимальное давление как 2.5 кбар, когда максимальный радиус пузырька равен 1 мм.

См. также **20.04-01.46**

Плазменная акустика

20.04-01.112 Об угловой зависимости интенсивности рассеянного излучения в поле двумерно локализован-

ной волны накачки в приближении сильной диссипации ионно-звуковых волн. *Солихов Д.К. Доклады академии наук республики Таджикистан*. 2006. 49, № 4, с. 335-339. Рус.

In the paper angular dependence of on angular dependence of intensity of scattered radiation in the field of two-dimensional localized pumping wave in strong dissipation of ion-sound waves approximations is considered.

20.04-01.113 Об угловой зависимости допороговой интенсивности рассеянного излучения для попутных ионно-звуковых волн. *Солихов Д.К. Доклады академии наук республики Таджикистан*. 2014. 57, № 11-12, с. 828-835. Рус.

Рассмотрена угловая зависимость интенсивности рассеянного излучения в двумерной области локализации волны накачки попутных ионно-звуковых волн при произвольных углах рассеяния.

20.04-01.114 Об угловой зависимости интенсивности рассеянного излучения в приближении сильной диссипации встречных ионно-звуковых волн. *Солихов Д.К. Доклады академии наук республики Таджикистан*. 2015. 58, № 1, с. 44-48. Рус.

Рассмотрена угловая зависимость интенсивности рассеянного излучения в двумерной области локализации волны накачки в приближении сильной диссипации встречных ионно-звуковых волн при произвольных углах рассеяния.

См. также **20.04-01.90**

Акустика вязкоупругих материалов

20.04-01.115 Методика и устройство для экспериментальной оценки акустического импеданса вязкоупругих сред. *Муравьева О.В., Муравьев В.В., Злобин Д.В., Богдан О.П., Сяктерев В.Н., Волков В.В. Приборы и методы измерений*. 2017. 8, № 4, с. 314-326. Рус.

Измерение характеристик технологических жидкостей позволяет оценить их качество, биологических тканей — дифференцировать здоровые ткани и ткани с патологиями. Одним из комплексных акустических параметров является импеданс, позволяющий наиболее полно оценивать характеристики вязкоупругих сред. Большинство методов измерения импеданса требуют использования двух и более эталонных сред и наличия калиброванных акустических преобразователей. Целью данной работы являлась разработка новой методики и установки для экспериментальной оценки продольного и сдвигового импедансов вязкоупругой среды, основанных на измерении параметров амплитудно-частотных характеристик и расчете элементов электрической схемы замещения пьезопластины, колеблющейся в исследуемой среде. В работе описываются методика и устройство для экспериментальной оценки импедансов вязкоупругих сред. Предложенная методика позволяет измерить продольный и сдвиговый импедансы и определить скорости продольных и поперечных ультразвуковых волн и значений упругих модулей вязкоупругих сред, в том числе в различных агрегатных состояниях. Методика достаточно проста в реализации и может быть воспроизведена с помощью несложного лабораторного оборудования. Полученные значения акустических импедансов исследованных сред удовлетворительно согласуются с их справочными данными. В отличие от известных методов определения акустического импеданса, разработанная методика позволяет с достаточной точностью оценивать трудно поддающееся измерению на частотах мегагерцового диапазона значение сдвигового импеданса вязкоупругих сред, определяющее модуль сдвига материала и характеризующее его сопротивление сдвиговым деформациям. Приведены результаты реализации разработанной методики для оценки акустических параметров на примере ряда сред с нулевой сдвиговой упругостью (спирт, ацетон) и вязкоупругих сред (глицерин, архитектурный пластилин, силиконовый герметик, клей МР-55 до и после полимеризации).

Наноакустика, акустика тонких пленок и капель с наночастицами

20.04-01.116 О нижней границе частотного диапазона свободных и вынужденных резонансных механических колебаний нанотрубок. *Леонтьев В.Л. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11*. Ульяновск: УлГТУ. 2017, с. 177-180. Рус.

Дается теоретическая оценка максимальной величины нижней границы диапазона частот свободных колебаний нанотрубок. Показывается, что это - величина порядка нескольких терагерц (до десяти терагерц, в зависимости от типа граничных условий). На этой основе делаются выводы о максимальных значениях резонансных частот нано-электроустройств, определяемых первыми собственными частотами нанотрубок. Используемые нанотрубки могут состоять как из атомов углерода, так и из других атомов. Предполагается, что состав и атомарная структура нанотрубок таковы, что они являются электропроводными.

20.04-01.117 О собственных частотах осцилляций поверхности свободнопадающей составной капли идеальной жидкости. *Ширяев А.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа*. 2020, № 3, с. 3-11. Рус.

Представлен анализ осцилляций поверхности двухслойной капли идеальной жидкости. Показана возможность присутствия двух разных частот осцилляций выбранной моды. Проанализировано влияние основных параметров составляющих каплю жидкостей на собственные частоты осцилляций моды. Получено, что относительное уменьшение толщины слоя внешней жидкости приводит к снижению собственных частот как синфазных, так и противофазных колебаний. Увеличение разницы между коэффициентами поверхностного натяжения приводит к увеличению собственных частот. Относительное увеличение плотности внутренней жидкости повышает собственные частоты в синфазном режиме и практически не влияет на частоты в противофазном режиме. Получены упрощенные выражения для параметрических зависимостей собственных частот осцилляций свободно поверхности составной капли.

См. также **20.04-01.75**

Акустическая микрофлюидика

20.04-01.118 Формализм Коши в теории акустических поверхностных волн. *Кузнецов С.В. Механика твердого тела*. 2020, № 4, с. 34-42. Рус.

Для описания распространения акустических поверхностных волн в анизотропном слое вводится шестимерный комплексный формализм, осуществляется построение гамильтониана, аналога диссипативной функции Рэлея, а также экспоненциальной фундаментальной матрицы. Получены дисперсионные уравнения для многослойной пластины с различными условиями на граничных поверхностях. Даны примеры применения формализма Коши для анализа дисперсии волн Лэмба.

Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

20.04-01.119 Трансформация и рассеяние поверхностных волн на акустической нагрузке для ультразвукового контроля и измерений. Ч. 1. *Скользящая граница акустического контакта.* *Баев А.Р., Пантелеенко Ф.И., Захаренко В.В., Размыслович Г.И., Жаворонков К.Г., Гиль Н.Н. Приборы и методы измерений*. 2018. 9, № 1, с. 28-39. Рус.

Эффекты трансформации и распространения волн Рэлея и Стоунли представляют значительный интерес для расширения возможностей и совершенствования методов ультразвукового контроля и измерений. Цель данной работы заключалась в установлении влияния геометрических параметров тела акустической нагрузки и его положения на коэффициенты отражения и прохождения волны Стоунли и Рэлея и выявлении возможности использования результатов исследования для прак-

тических приложений. На основе анализа акустического тракта и данных эксперимента установлена связь между измеряемыми амплитудными параметрами и коэффициентами прохождения и отражения поверхностных волн, а также отражательной способностью области контакта тела нагрузки в виде призмы через скользящую границу, которая достигает $\sim 32-34$ дБ. Впервые определены зависимости указанных коэффициентов от угла наклона одной из боковых граней призмы в диапазоне $0-45^\circ$, безразмерной толщины контактной прослойки ($0-0,05$) и ее ориентации относительно акустической оси. Установлено, что эти коэффициенты преимущественно максимальны, когда призма прямоугольная. Коэффициент же отражательной способности при жестком контакте тел более чем на порядок меньше, а коэффициенты прохождения сравнимы по величине. Показана перспективность использования результатов исследования для контроля качества сцепления материалов при сварке, пайке, склейке, выявления дефектов в труднодоступных местах, а также для определения физико-механических свойств металлов с помощью предложенного способа создания опорного сигнала.

20.04-01.120 Трансформация и рассеяние поверхностных волн на акустической нагрузке для ультразвукового контроля и измерений. Ч. 2. Объект исследования — тело с выступом. *Баев А.Р., Майоров А.Л., Асадчая М.В., Коновалов Г.Е., Сергеева О.С. Приборы и методы измерений.* 2018. 9, № 2, с. 142-154. Рус.

Недостаток информации об особенностях процессов трансформации и рассеяния поверхностных волн в металлоизделиях с выступами, проточками, радиусными переходами и др. сказывается как на достоверности акустического контроля, так и на расширении его технических возможностей. Цель данной работы заключалась в уточнении механизма трансформации упругих мод и закономерностей формирования полей рассеянных краевых объемных волн в объектах с выступами разной геометрии, а также в установлении возможностей использования результатов исследований в области ультразвукового контроля и измерений. Теоретически и экспериментально показано, что результирующее поле объемных мод в объекте с углом выступа $0-135^\circ$ и безразмерным радиусом радиусного перехода $0-10,2$ является суперпозицией поля сопутствующих и трансформированных на выступе из поверхностной волны краевой продольной и поперечной моды, существенно различающихся по направленности и амплитуде. Превалирующий по величине на ~ 10 дБ и более глобальный максимум поля поперечной моды, лежит в окрестности продолжения плоскости контактной поверхности, а обнаруженные при радиусном переходе выступа менее 1 локальные угловые осцилляции поля до $\sim 10-20$ дБ обусловлены влиянием отходящей поперечной моды, возникающей при прохождении вдоль поверхности передней грани выступа головной моды. Данные исследований предложено использовать для ультразвукового контроля объектов сложного профиля на наличие слабо отражающих звук дефектов, изучение акустических свойств материалов по данным скорости краевых мод на разных частотах при удаленном расположении их от изучаемого объекта, а также — для излучения-приема поперечной моды разной поляризации.

20.04-01.121 Особенности распространения подповерхностных и поверхностных волн в объектах со слоистой структурой. Ч. 1. Влияние геометрических параметров объекта. *Баев А.Р., Майоров А.Л., Асадчая М.В., Левкович Н.В., Жаворонков К.Г. Приборы и методы измерений.* 2018. 9, № 4, с. 325-336. Рус.

Применение поверхностных и подповерхностных волн для контроля изделий с двухслойной структурой позволяет расширить возможности диагностирования физико-механических свойств объектов. Цель работы состояла в установлении условий и выдаче рекомендаций, обеспечивающих измерение скорости и амплитуды упругих мод в защитном покрытии и в основе объекта при одностороннем доступе к его поверхности. На основе представлений лучевой акустики проанализирован акустический тракт и получены соотношения между геометрическими параметрами объектов, акустической базой прозвучивания, длиной волны упругих мод, количеством осцилляций в импульсе, необходимые для нивелирования акустического шума при акустических измерениях. Проведено сопоставление дан-

ных расчетной модели с опытными данными, предложенными для использования в качестве опорных для определения оптимальных условий измерения скорости упругих мод, амплитуды, спектра сигнала и др. Изучены условия устранения паразитного влияния вращающихся мод на измерения при осевом прозвучивании поверхностной волной цилиндрического объекта. Проанализирован способ измерений, реализуемый путем прямого и обратного прозвучивания объекта малоапертурными и наклонными преобразователями, и получены выражения для определения скорости подповерхностной волны под защитным покрытием в виде клина. Предложено ультразвуковое устройство для возбуждения-приема поверхностных волн с разной скоростью распространения в объектах (изменяющейся на $20-35\%$), использующее для акустического согласования сред металлического звукопровода в виде клина. Изучена возможность нивелирования влияния интерференции в защитном слое на выявляемость дефектов в основе материала объемной волной путем создания опорного эхо-сигнала продольной волны заданной частоты и вводимой нормально к поверхности объекта.

20.04-01.122 Особенности распространения поверхностных и подповерхностных волн в объектах со слоистой структурой. Ч. 2. Упрочненный неоднородный поверхностный слой. *Баев А.Р., Майоров А.Л., Левкович Н.В., Асадчая М.В. Приборы и методы измерений.* 2019. 10, № 1, с. 69-79. Рус.

Распространение импульсного сигнала поверхностной волны по объекту с неоднородным поверхностным слоем, полученным, например, в результате поверхностного упрочнения, структурной поврежденностью, сопровождается дисперсией скорости волны, несущей важную информацию о параметрах такого слоя. Цель работы заключалась в изучении взаимосвязи между акустическими параметрами импульсного акустического сигнала поверхностной и подповерхностной волн и поверхностного слоя стальных образцов, упрочненных закалкой токами высокой частоты (ТВЧ), и серого чугуна, упрочненного отбелом. Проведен краткий анализ известных работ по определению глубины упрочненных поверхностных слоев различными методами, включая ТВЧ закалку, цементацию и др. На основе интегрального выражения Оулдера, выполнен расчет зависимости, связывающей скорость волны, ее частоту, глубину упрочненного слоя и пространственное распределение твердости, представляемой в виде ступеньки с изменяющимся наклоном ее боковой поверхности, моделирующей переходную зону упрочненного слоя. Импульсным методом с использованием малоапертурных преобразователей частотой $1-3,8$ МГц получены зависимости скорости поверхностной волны от высоты среза упрочненного ТВЧ закалкой слоя. Проведенное сравнение данных эксперимента и расчетов теоретической модели показало хорошее качественное соответствие между ними, высокую «чувствительность» метода по отношению к характеру изменения твердости по глубине упрочненного слоя. Показана перспективность предложенного подхода для решения обратной задачи восстановления пространственного распределения твердости на основе данных эксперимента. На стальных образцах и образцах серого чугуна апробирован метод гониометра для определения глубины упрочненного слоя по данным угла, соответствующего минимуму амплитуды отраженной волны или максимуму амплитуды возбуждаемой в образце поверхностной моды. Показано, что с увеличением толщины упрочненного ТВЧ закалкой слоя этот угол уменьшается на $24-26$ а глубина отбеленного чугуна на $\sim 6^\circ$. Даны рекомендации по использованию результатов исследований на практике.

Магнитоакустический эффект, осцилляции и резонанс

20.04-01.123 Исследование ультразвуковых чувствительных и перемешивающих элементов для управления стабильностью магнитореологических жидкостей. *Драгаишус Е., Юренас В., Мачюкене В., Мажейка Д. Приборы и методы измерений.* 2011. 2, № 2, с. 71-74. Рус.

Использование магнитореологических жидкостей позволяет снизить энергетические затраты, вес и увеличить быстродей-

ствие и срок службы устройств. Для полного качественного использования свойств магнитоэологических жидкостей их необходимо периодически перемешивать и измерять их свойства. Такие системы в настоящее время разрабатываются и тестируются в лабораториях. Существует множество структур с реологической жидкостью, однако во многих устройствах жидкости герметизированы и механическое перемешивание и прямое измерение свойств жидкости невозможны. Описана эффективная система управления стабильностью для реологических жидкостей, поддерживающая их однородность.

20.04-01.124 Влияние динамического подмагничивания на эффективность электромагнитно-акустического преобразования при волноводном контроле прутков. *Злобин Д.В., Волкова Л.В. Приборы и методы измерений.* 2017. 8, № 3, с. 236-245. Рус.

Недостатком электромагнитно-акустического (ЭМА) метода приема ультразвуковых колебаний является его низкая эффективность. Традиционные способы ее повышения — увеличение подмагничивающего поля. Целью данной работы являлось исследование способа повышения эффективности ЭМА преобразования с использованием изменяющегося во времени поля подмагничивания. Исследования проводились с помощью специально разработанной установки, позволяющей осуществлять подмагничивание постоянным и переменным магнитным полем (динамическое подмагничивание) синхронно с прохождением принятого импульса. Объектом исследования являлись прутки из различных марок стали диаметром 4–6 мм, в которых ЭМА методом возбуждалась симметричная нулевая мода S_0 стержневой волны (в частотном диапазоне около 40 кГц). Проведен сравнительный анализ амплитуд и форм серии импульсов многократных отражений при статическом и динамическом перемешивании и с полным циклом перемешивания. В результате проведенных измерений эффективности ЭМА приема при статическом и динамическом подмагничивании установлено существенное (до 5 раз) увеличение амплитуды сигнала на приемном преобразователе. В связи с тем, что на низких частотах основной вклад в механизм как возбуждения, так и приема вносит магнитоэологический эффект, можно предполагать, что использование динамического поля подмагничивания существенным образом влияет на эффективную подвижность магнитных доменов (т.е. изменяет динамическую магнитную восприимчивость материала). Установлена возможность проводить контроль при меньших значениях подмагничивающего поля, а следовательно, снизить массогабаритные размеры магнитной системы. Таким образом, в ходе проведенных исследований установлено наличие и произведена оценка величины эффекта динамического подмагничивания (увеличение амплитуды сигнала принятого ЭМА методом акустического импульса). Использование данного метода позволит повысить качество ЭМА контроля за счет создания более эффективных ЭМА преобразователей. Поскольку величина обнаруженного эффекта существенно зависит от марки стали, можно предположить его возможное применение в методах экспресс-анализа, оценки структурного и напряженного состояний.

20.04-01.125 Магнитоупругое электромагнитно-акустическое преобразование. Часть 6. Акустическое поле, создаваемое накладным излучателем при эффекте Видемана. *Комаров В.А. Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 4, с. 14-21. Рус.

При ЭМАП с использованием накладных излучателей на магнитоупругую среду совместно воздействуют высокочастотное переменное и сильное поляризованное магнитное поле. Эти поля могут располагаться под разными направлениями друг к другу. Аналитически рассмотрена ситуация, когда поляризованное поле, расположенное вдоль границы раздела сред, и нормальная по отношению к ней составляющая переменного поля излучателя взаимно перпендикулярны. То есть в ЭМАП реализован классический эффект Видемана. Показано, что эффект Видемана при ЭМАП способствует в первую очередь генерации сдвиговых волн. Генерация продольных волн вторична и примерно на порядок менее эффективна. Фактически эффект Видемана может проявляться (по сравнению с эффектом Джоуля) только на материалах с малой проводимостью и на ферродиеlectricах. Повышение эффективности метода возможно

при увеличении частоты тока в излучателе. При сочетании величин проводимости и частоты эффективность метода может конкурировать с ЭМАП, осуществляемым посредством эффекта Джоуля.

20.04-01.126 Вязкостный механизм в теории анизотропии поглощения ультразвука магнитными жидкостями. *Курилов А.Д., Соколов В.В., Эминов П.А. Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат.* 2019, № 4, с. 60-69. Рус.

Проведён сравнительный анализ классической теории вязкостного механизма поглощения звука ультрадисперсными средами и одной из доминирующих теорий анизотропии поглощения звука магнитными жидкостями на основе вязкостного механизма. Теория Такетоми, используемая многими авторами, даёт завышенные значения размеров агрегатов в магнитных жидкостях и не позволяет количественно описать экспериментальные данные. Кроме того, формула, полученная Такетоми, в предельном случае не сводится к классическому выражению поглощения ультразвука, следовательно, должна считаться ошибочной.

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

20.04-01.127 Влияние диссипации на параметры оптоакустического сигнала первого и второго звуков в сверхтекучем гелии. *Одилов О.Ш., Салихов Т.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2006. 49, № 3, с. 234-238. Рус.

The effect of dissipation on parameters optoacoustic of a signals in superfluid helium is investigated. It is shown, that dissipation influences both amplitude, and on a phase, however this effect on phases of generated signals is considerable. Then, apparently, precision a measurement of a phase of these signals allows will carry out to independent investigation of irreversible processes in superfluid helium.

20.04-01.128 Влияние тепловой нелинейности подложки на температурное поле непрозрачных сред в фотоакустической камере. *Салихов Т.Х., Мадвалиев У., Шарифов Д.М., Туйчиев Х.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2007. 50, № 4, с. 328-333. Рус.

In this article the influence of the thermal nonlinearity of substrate on the temperature field of the opaque medium in photoacoustic cell a detail is investigated. Shown that in two cases, when thermal conductivity of the substrate and sample are one order or when thermal conductivity of the substrate is more thermal conductivity of the sample this contribution are considerably.

20.04-01.129 Передаточные функции оптоакустических сигналов первого и второго звуков в He-II, граничащем с твердым телом. *Салихов Т.Х., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2007. 50, № 6, с. 510-515. Рус.

The spectrum of transfer functions of optoacoustic signals of the first and second sounds in superfluid Helium-II which boundaries with solids is investigated. Shown, that these functions are dependences from properties of both mediums.

20.04-01.130 Влияние тепловой нелинейности подложки на характеристики основной гармоники нелинейного фотоакустического отклика непрозрачных сред. *Салихов Т.Х., Мадвалиев У., Шарифов Д.М., Туйчиев Х.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2007. 50, № 7, с. 592-597. Рус.

In this article the influence of the thermal nonlinearity of substrate on the parameters of the fundamental harmonic of the nonlinear photoacoustic response of the opaque medium in photoacoustic cell is investigated. Shown that influence of the thermal nonlinearity of substrate on the amplitude and phase of the nonlinear photoacoustic signal can be considerably.

20.04-01.131 Особенности временного поведения оптоакустических сигналов первого и второго звуков

в сверхтекучем гелии, граничащем с твердым телом. *Салихов Т.Х., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51, № 7, с. 514-520. Рус.*

The specific feature of the photoacoustic signals of the first and second sounds in superfluid helium which boundaries with solids are investigated. Shown, that the form of the these signals are dependences from during of the laser impulse, coefficient of the optical absorption and velocity of the sounds. The numerical calculation of the form of these OA counters has been calculated.

20.04-01.132 Вклад температурной зависимости теплофизических параметров подложки на параметры второй гармоники фотоакустического сигнала непрозрачных сред. *Салихов Т.Х., Шарифов Д.М., Туйчиев Х.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51, № 8, с. 588-593. Рус.*

The influence of the thermal nonlinearity of substrate on the parameters of the second harmonic of the nonlinear photoacoustic signal of the opaque medium has been studied. General formula for the acoustic vibration of the pressure has been obtained. Shown that influence of the thermal nonlinearity of substrate on the amplitude of the second harmonic of the nonlinear photoacoustic signal for the thermal thin samples are considerably.

20.04-01.133 Температурное поле в фотоакустической камере со сверхтекучим гелием и нетеплопроводящей подложкой. *Салихов Т.Х., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 4, с. 283-288. Рус.*

The differential equation for the stationary temperature of the superfluid helium obtained. Temperature field of the three layer model of photoacoustic cell with unthermal conductivity substrate and superfluid helium, which contacting with own vapor has been found.

20.04-01.134 Фотоакустический сигнал сверхтекучего гелия с подложкой из теплового изолятора. *Салихов Т.Х., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 5, с. 362-368. Рус.*

The theory generation of the photoacoustic signal by superfluid helium with thermal isolator substrate has been proposed. The shown that amplitude and phase of the PA signal have important information's about thermophysics parameters of the sample and buffer gas.

20.04-01.135 Особенности формирования второй гармоники нелинейного фотоакустического отклика твердых тел при объемном поглощении луча. *Салихов Т.Х., Шарифов Д.М., Туйчиев Х.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 8, с. 606-612. Рус.*

Theory of specific feature of the second harmonic of the nonlinear photoacoustic response of the solids at the volume absorption of the incident beam is presented. The dependence of the amplitude of the signal from frequency of chopper has been obtained. The shown that experimental investigation of the amplitude and phase of the second harmonic a can be used for determination of the thermophysics values of the samples, gas and substrate and also theirs thermal coefficients.

20.04-01.136 Особенности генерации фотоакустического сигнала сверхтекучего гелия. *Салихов Т.Х., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 9, с. 688-696. Рус.*

The theory of the generation of the photoacoustic signal by superfluid helium corresponding to the general case has been proposed. The expression for the parameters of this signal obtained. Shown that amplitude and phase of the PA signal are dependences from thermophysics parameters of the sample, substrate and buffer gas. The simple cases a detail are analyzed.

20.04-01.137 Теория основной гармоники нелинейного фотоакустического отклика твердых тел при объемном поглощении луча. *Салихов Т.Х., Шарифов Д.М., Туйчиев Х.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53, № 5, с. 348-352. Рус.*

Исследованы особенности формирования нелинейного ФА-

сигнала твердыми телами, обладающими объемным поглощением, и обусловленного температурной зависимостью теплофизических параметров газового слоя, образца и подложки. Получено общее выражение для нелинейного акустического составляющего колебания давления в газовом слое. Конкретные вычисления проведены для термически тонких непрозрачных образцов и показано, что для этого случая параметры нелинейного ФА-сигнала определяются температурами облучаемой поверхности и ее тыловой стороны, а также термическими коэффициентами образца и подложки.

20.04-01.138 Временное поведение оптоакустических сигналов первого и второго звуков в He-II со свободной поверхностью. *Салихов Т.Х., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53, № 6, с. 442-448. Рус.*

Исследован временной профиль ОА-сигналов первого и второго звуков для случая, когда He-II контактирует со своим собственным паром. Получены выражения для акустического колебания давления и температуры. Показано, что каждое из этих колебаний состоит из суперпозиции двух импульсов, распространяющихся с разными скоростями. Численным расчетом определен вид этих импульсов при различных значениях длительности лазерного импульса и коэффициента поглощения He-II.

20.04-01.139 Влияние температурной зависимости оптических и теплофизических величин на температурное поле двухслойных образцов с поверхностным поглощением первого слоя в фотоакустической камере. *Салихов Т.Х., Ходжаев Ю.П. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53, № 11, с. 839-845. Рус.*

Теоретически исследовано влияние температурной зависимости оптических и теплофизических параметров на стационарное температурное поле двухслойных образцов с поверхностным поглощением первого слоя в фотоакустической камере. Проведен численный расчет возмущения температур облучаемой и тыловой сторон первого слоя и тыловой поверхности второго слоя, контактирующей с подложкой для различных случаев, включая спектральную зависимость поглощательной способности облучаемого слоя.

20.04-01.140 Влияние температурной зависимости поглощательной способности образца на температурное поле в фотоакустической камере. *Салихов Т.Х., Туйчиев Х.Ш., Шарифов Д.М. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 4, с. 296-302. Рус.*

Теоретически изучено влияние температурной зависимости теплофизических параметров и поглощательной способности полупрозрачных образцов на формирование стационарного температурного поля в фотоакустической камере. Получены необходимые выражения, описывающие зависимость приращен температуры всех трех слоев ФА-камеры от интенсивности падающего луча и проведены численные расчеты для некоторых конкретных случаев.

20.04-01.141 Влияние температурной зависимости оптических величин на характеристики основной гармоники нелинейного фотоакустического сигнала твердых тел с объемным поглощением луча. *Салихов Т.Х., Шарифов Д.М., Туйчиев Х.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 6, с. 465-472. Рус.*

Вычислен вклад температурной зависимости поглощательной способности образца на характеристики основной гармоники фотоакустического сигнала. Найдены необходимые выражения для нелинейного составляющего акустического колебания давления на основной гармонике при объемном поглощении луча. Анализ полученных результатов проведен для случая термически тонких и термически толстых образцов.

20.04-01.142 Теория генерации второй гармоники нелинейного фотоакустического сигнала двухслойными твердотельными образцами с оптически непрозрачным первым слоем. *Салихов Т.Х., Ходжаев Ю.П. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 9, с. 737-745. Рус.*

Разработана теория генерации второй гармоники фотоакусти-

ческого сигнала двухслойными образцами с первым непрозрачным слоем. Получены необходимые выражения, описывающие зависимость амплитуды этого сигнала от поглощательной способности первого слоя, теплофизических параметров всех слоёв и их термических коэффициентов.

20.04-01.143 Теория генерации основной гармоники нелинейного фотоакустического сигнала двухслойными твёрдотельными образцами с оптически непрозрачным первым слоем. *Салихов Т.Х., Ходжаев Ю.П. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2012. 55, № 2, с. 132-140. Рус.

Разработана теория генерации основной гармоники фотоакустического сигнала двухслойными образцами с первым непрозрачным слоем. Получены общие выражения, описывающие зависимость амплитуды этого сигнала от поглощательной способности первого слоя, теплофизических параметров всех слоёв и их термических коэффициентов.

20.04-01.144 Генерация оптоакустических волн первого и второго звуков в He-II гармонически модулированной интенсивностью лазерного излучения посредством электрострикционного механизма. *Салихов Т.Х., Лейло Бехруз С.К., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2012. 55, № 6, с. 461-465. Рус.

Предложена теория генерации акустических волн первого и второго звуков в сверхтекучем гелии модулированной по амплитуде лазерным излучением посредством электрострикционного механизма. Найдено решение взаимосвязанных волновых уравнений для первого и второго звуков, обладающих источниками, соответствующими электрострикционному механизму генерации под действием лазерного излучения, длина волны которого совпадает с областью прозрачности гелия. Показано, что в рассматриваемом случае в системе одновременно генерируются цилиндрические волны первого и второго звуков, каждый из которых состоит из медленных и быстрых составляющих.

20.04-01.145 Генерация оптоакустических импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем гелии негауссовым импульсом лазерного излучения посредством электрострикционного механизма. *Салихов Т.Х., Лейло Бехруз С.К., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2012. 55, № 9, с. 721-727. Рус.

Предложена теория генерации акустических импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем гелии негауссовым импульсом лазерного излучения посредством электрострикционного механизма. Показано, что в рассматриваемом случае в системе одновременно генерируются импульсы первого и второго звуков, каждый из которых состоит из медленных и быстрых составляющих.

20.04-01.146 Теория генерации второй гармоники нелинейного фотоакустического отклика двухслойных полупрозрачных образцов. *Салихов Т.Х., Ходжаев Ю.П. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2012. 55, № 12, с. 965-974. Рус.

Предложена теория генерации второй гармоники нелинейного ФА-сигнала в полупрозрачных двухслойных твёрдотельных образцах. Получено общее выражение для акустического колебания давления в газовой среде. Найдены выражения для амплитуды и фазы этого сигнала для наиболее интересных случаев и установлена зависимость этих величин от частоты модуляции падающего луча.

20.04-01.147 Генерация оптоакустических импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем растворе ^3He — ^4He непрерывным и прямоугольным импульсом лазерного излучения посредством электрострикционного механизма. *Салихов Т.Х., Лейло Бехруз С.К., Одилов О.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2013. 56, № 3, с. 201-208. Рус.

Теоретически исследованы особенности генерации акустических импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем растворе ^3He — ^4He непрерывным и прямоугольным импульсом лазерного излучения посредством электрострикционного механизма. Обнаружено, что из-за взаимодействия мод во всех слу-

чаях генерируемые импульсы первого и второго звуков состоят из двух частей: импульсы обычного и «медленного» первого звука, распространяющихся со скоростями первого и второго звуков соответственно; импульсы обычного и «быстрого» второго звука, распространяющихся со скоростями второго и первого звуков соответственно.

20.04-01.148 Динамика формирования оптоакустических импульсов первого и второго звуков в He-II, возбуждаемых прямоугольным импульсом лазерного излучения посредством теплового механизма. *Салихов Т.Х., Рахими Ф.К. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2014. 57, № 5, с. 375-381. Рус.

Предложена теория генерации оптоакустических (ОА) импульсов первого и второго звуков в сверхтекучем гелии импульсом прямоугольной формы лазерного излучения посредством теплового механизма. Установлено, что все возбуждаемые импульсы формируются в конкуренции импульсов, генерируемых при включении и выключении луча, и имеют противоположные фазы. Результаты численного расчета показали, что все генерируемые ОА-импульсы имеют двухполосную форму, а при стремлении ширины импульса луча из-за совпадения положений обоих полюсов все ОА-импульсы исчезают.

20.04-01.149 Возбуждение оптоакустических волн первого и второго звуков в сверхтекучем растворе ^3He — ^4He гауссовой формой импульса лазерного излучения и тепловым механизмом. *Салихов Т.Х., Давлатджонова Ш.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 5, с. 389-393. Рус.

Теоретически исследованы особенности генерации акустических волн первого и второго звуков в сверхтекучем растворе ^3He — ^4He гауссовой формой импульса лазерного излучения посредством теплового механизма. Показано, что в этом случае в системе генерируется спектр цилиндрических волн. Обнаружено, что эти волны состоят из медленных и быстрых составляющих, фазы которых не зависят от ширины лазерного луча, а зависимость амплитуды описывается множителем.

20.04-01.150 Теория генерации второй гармоники нелинейного фотоакустического сигнала оптически неоднородными твёрдыми телами. *Салихов Т.Х., Мажмалати А., Ходжаев Ю.П., Рахимов Р.К. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 9, с. 804-812. Рус.

Предложена теория генерации второй гармоники (ВГ) нелинейного ФА-сигнала в оптически неоднородных и полупрозрачных твёрдотельных образцах. Для наиболее интересных случаев установлены зависимости амплитуд и фазы этого сигнала от частоты модуляции падающего луча и термических коэффициентов (ТК) теплофизических и оптических параметров.

20.04-01.151 Температурное поле в фотоакустической камере с сверхтекучим раствором ^3He — ^4He . *Салихов Т.Х., Давлатджонова Ш.Х., Умар З., Ходжагонов И.Т. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 7-8, с. 313-319. Рус.

Теоретически исследованы особенности формирования температурного поля в ФА-камере со сверхтекучим раствором ^3He — ^4He . Получены конкретные выражения для азимутального распределения температуры в трехслойной модели ФА-камеры с поглощающей подложкой.

20.04-01.152 К теории генерации фотоакустического сигнала твёрдотельными образцами. *Салихов Т.Х., Меликхужда Н., Ходжаев Ю.П., Ходжагонов И.Т. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 11-12, с. 569-574. Рус.

Разработана теория генерации ФА-сигнала для случаев, когда подложка, наряду с образцом, является поглощающей. Получено общее выражение для комплексной амплитуды колебания температуры в буферном газе. Выявлено, что вклад от поглощающей подложки в генерируемый ФА-сигнал имеет место лишь для термических тонких слабопоглощающих образцов. Найдено выражение, описывающее особенности генерируемого ФА-сигнала для наиболее интересных случаев.

20.04-01.153 Временное поведение передаточных

функций первого и второго звуков в растворе ${}^3\text{He}-{}^4\text{He}$ со свободной границей. *Салихов Т.Х., Давлатджонова Ш.Х., Рахмонов Р.К. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 5-6, с. 309-318. Рус.*

Выполнен численный расчёт временного профиля передаточных функций первого и второго звуков в сверхтекучем растворе ${}^3\text{He}-{}^4\text{He}$, возбуждаемых лазерным излучением и тепловым механизмом. Установлено, что для коротких импульсов луча временное распределение оптоакустических импульсов состоит из двух экспоненциальных кривых с переходной областью шириной с длительностью импульса падающего луча; для длинных импульсов падающего луча форма распределения представляется собой кривые с пологими минимумом и максимумом.

20.04-01.154 Моделирование процессов лазерно-индуцированного возбуждения акустических колебаний в тонких металлических пленках. *Романов О.Г., Штыков Я.К. Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика. 2016, № 2, с. 26-31. Рус.*

Представлены результаты численного моделирования процессов лазерного нагрева и возбуждения акустических импульсов в металлических наноструктурах (тонких пленках). Нагрев металлов описывается в рамках двухтемпературной модели для электронного газа и ионной решетки. Пространственно-временная динамика возбуждения и распространения акустических колебаний исследуется на основе численного решения уравнений движения сплошных сред в форме Лагранжа. Показано, что нагрев тонких металлических пленок под действием сверхкоротких лазерных импульсов приводит к возбуждению их термоупругих колебаний, частота которых определяется линейными размерами поглощающей структуры и скоростью распространения звука в материале.

20.04-01.155 Парогазовая кавитация и сопутствующая ей электризация при скольжении цилиндра по поверхности. *Монахов А.А., Панкратьева И.Л., Полянский В.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 3, с. 45-50. Рус.*

Экспериментально исследовано образование трехфазных кавитационных пузырьков в гидрофобной жидкости при скольжении цилиндрического тела по твердой поверхности. Определена структура кавитационных пузырьков. На границе раздела газа и гидрофобной жидкости обнаружены микрокапли из сконденсированных паров воды с положительным электрическим зарядом поверхности, при этом оболочка кавитационного пузырька имеет отрицательный заряд. Каждый такой кавитационный пузырек индуцирует свое электрическое поле за счет поверхностных зарядов границ раздела. Установлено влияние полей соседних пузырьков на перемещение микрокапли воды. Наличие электрического поля у пузырька может приводить к их отталкиванию или объединению. Впервые зарегистрирована электролюминесценция, возникающая при объединении пузырьков.

20.04-01.156 Мембраны оптико-акустических приемников излучения. *Гибин И.С., Котляр П.Е. Прикладная физика. 2020, № 2, с. 90-97. Рус.*

Рассмотрено влияние параметров гибкой разделительной мембраны на порог чувствительности оптико-акустического приемника излучения ИК и ТГц диапазонов. Проведены обобщенные расчеты чувствительности мембран, выполненных на основе традиционных материалов: серебро, полиметилметакрилат, нитрид кремния. Анализируется перспективность применения однослойного графена, как наиболее чувствительного материала для создания мембран. Показано, что графен является идеальным материалом для изготовления гибкой мембраны из-за его атомной толщины, высокой прочности, газонепроницаемости и высокой электропроводности. Представлены обобщенные расчеты чувствительности мембран из классического графена и его аллотропных модификаций. Показано, что повышение чувствительности при изготовлении мембран из классического графена составляет порядка 9 000, а из гексагриграфена порядка 300 000 по сравнению с наиболее чувствительными мембранами из полиметилметакрилата. Показано, что высокая прозрачность и высокая электропроводность графена являются решающими для выбора схемы приемник Хейса с динамиче-

ским конденсатором.

20.04-01.157 Перестраиваемый акустооптический фильтр для спектральных диапазонов 450—900 нм и 900—1700 нм. *Батшев В.И., Мачижин А.С., Козлов А.Б., Боритко С.В., Шариков М.О., Карандин А.В., Пожар В.Э., Ломонов В.А. Радиотехника и электроника. 2020. 65, № 7, с. 667-673. Рус.*

Изучена проблема создания акустооптического перестраиваемого фильтра, позволяющего получать спектральные изображения высокого качества как в видимом, так и ближнем инфракрасном диапазонах. На основе анализа широкоапертурной неколлинеарной геометрии акустооптической дифракции в парателлурите определена конфигурация акустооптической ячейки, оптимальная с точки зрения минимизации хроматического сдвига, подходящая для обоих диапазонов. Изготовлены две идентичные ячейки, согласованные на диапазоны 450—900 и 900—1700 нм. Экспериментальная проверка результатов оптического моделирования показала, что в пределах всего диапазона 450—1700 нм рассчитанная схема акустооптических фильтров обеспечивает получение спектральных изображений высокого качества.

20.04-01.158 Исследование динамических процессов в биологических системах методами акустооптической видеоспектрометрии. *Бурлаков А.Б., Хохлов Д.Д., Мачижин А.С., Тутов С.А., Ломонов В.А., Виноградов А.В. Радиотехника и электроника. 2020. 65, № 7, с. 717-724. Рус.*

Представлен разработанный измерительный стенд на основе микроскопа проходящего света с возможностью двойной акустооптической монохроматизации излучения, позволяющий регистрировать спектральные изображения высокого качества размером 1920×1200 пикселей в видимом диапазоне длин волн со спектральным разрешением 2.5 нм (на длине волны 632 нм). Продемонстрирована эффективность данного подхода и разработанного стенда на примере исследования эмбрионов вьюна *Misgurnus fossilis* при переходе с 32-й на 33-ю стадию их развития. Корректность полученных выводов подтверждена сравнением с результатами сопутствующего ультразвукового исследования. Проведен анализ временных зависимостей спектров пропускания шести различных пространственных областей эмбриона, в числе которых перивителлиновое пространство, головной и хвостовой отделы. Установлено, что данные зависимости имеют существенно различающийся характер и, в частности, могут быть использованы для неинвазивного контроля и анализа изменения функционального состояния эмбрионов при переходе с одной стадии развития на другую.

20.04-01.159 Дифракция света на ультразвуке в пространственно периодическом акустическом поле. *Балакшиев В.И., Курейчик М.И., Манцевич С.Н. Оптика и спектроскопия. 2019. 127, № 4, с. 660-666. Рус.*

Теоретически исследованы особенности анизотропной дифракции света в пространственно периодическом акустическом поле, создаваемом секционированным пьезопреобразователем с противофазным возбуждением соседних секций. Численный расчет выполнен для ячейки из кристалла парателлурита со сдвиговой акустической модой, распространяющейся под углом 3° к плоскости (001) кристалла. Показано, что этот тип акустооптического взаимодействия имеет ряд интересных особенностей, которые могут быть использованы при разработке акустооптических приборов, в частности модуляторов неполяризованного света. Ключевые слова: акустооптическое взаимодействие, анизотропная дифракция, брэгговский синхронизм, фазированные решетки пьезопреобразователей, парателлурит.

20.04-01.160 О фокусировке широкополосных терагерцовых импульсов. *Малевич В.Л., Ситицын Г.В., Романов Н.Н. Оптика и спектроскопия. 2019. 127, № 4, с. 667-670. Рус.*

Теоретически исследованы особенности фокусировки линзой широкополосного ТГц импульса с гауссовым поперечным распределением амплитуды. В квазиоптическом приближении получены выражения для пространственно-временного распределения поля на оси пучка и в фокальной плоскости линзы. Показано, что для эффективной фокусировки необходимо ис-

пользовать линзы с фокусным расстоянием, гораздо меньшим характерной длины дифракции на частоте, соответствующей спектральному максимуму ТГц импульса. Ключевые слова: терагерцовый импульс, фокусировка, гауссов пучок, дифракция.

20.04-01.161 Акустооптические свойства сплавов на основе германия, селена, кремния и теллура. *Хоркин В.С., Волошинов В.Б., Ефимова А.И., Кулакова Л.А.* *Оптика и спектроскопия.* 2020. 128, № 2, с. 250-255. Рус.

Исследованы акустические, оптические и акустооптические свойства аморфных соединений на основе германия, селена, кремния и теллура. Измерены скорости продольных акустических волн, а также акустооптическое качество для аморфных сплавов на основе теллура на длине волны $\lambda=3.39 \mu\text{m}$. Исследовано акустооптическое качество кристалла германия в случае дифракции на продольных акустических модах вдоль направлений [110] и [111] кристалла. Ключевые слова: акустооптика, акустооптическое качество, германий, селен, кремний, теллур.

20.04-01.162 Разработка экспериментальной установки для акустических исследований компонентов волоконно-оптических измерительных систем. *Власов А.А., Плотников М.Ю., Аширов А.Н., Алейник А.С., Никитенко А.Н.* *Приборы и техника эксперимента.* 2020, № 4, с. 58-66. Рус.

Приведены результаты теоретических расчетов и экспериментальных исследований характеристик акустического испытательного сигнала при применении акустического оформления типа «открытый экран». Обогащение спектра тестового акустического сигнала за счет применения разработанного оформления составило до +30 дБ в области частот до 500 Гц, в диапазоне частот 1500–5000 Гц — от +4 до +20 дБ по сравнению с динамиком без оформления. Проведены исследования влияния характеристик помещения на акустический сигнал в точке измерения и предложен способ компенсации этого влияния, в результате применения которого неравномерность амплитудно-частотной характеристики акустического сигнала в точке измерения снизилась с 7 до 1.5 дБ, а также устранены наклоны его спектральной характеристики.

20.04-01.163 Исследование влияния степени акустической герметизации звукозащитных корпусов волоконно-оптических интерферометров на их характеристики. *Власов А.А., Варламов А.В., Аширов А.Н., Кикилич Н.Е., Алейник А.С.* *Приборы и техника эксперимента.* 2020, № 4, с. 67-72. Рус.

Исследовалось влияние акустических воздействий окружающей среды на работу волоконно-оптических интерферометров и измерительных систем на их основе. Рассматривается способ снижения данного влияния применением акустически подготовленного звукозащитного корпуса для работы при наличии внешних воздействий в диапазоне частот от 20 до 20 000 Гц. Представлена разработанная математическая модель и приведены результаты ее исследования, получена расчетная зависимость степени снижения акустической чувствительности волоконно-оптического интерферометра от степени акустической герметизации его корпуса. Созданы экспериментальная установка и методика экспериментальной оценки степени акустической герметизации при исследовании корпусов устройств.

20.04-01.164 Метод локализации воздействия в композитном материале с помощью волоконно-оптических датчиков акустической эмиссии. *Бочкова С.Д., Волковский С.А., Ефимов М.Е., Дейнека И.Г., Смирнов Д.С., Литвинов Е.В.* *Приборы и техника эксперимента.* 2020, № 4, с. 73-77. Рус.

Описан метод определения положения источника акустического воздействия в композитных материалах с использованием волоконно-оптических интерферометров Фабри—Перо. Предложенный метод основан на анализе времени прихода акустических сигналов на чувствительные элементы при механическом воздействии на композитный материал. Произведено моделирование относительных времен прихода сигналов на чувствительные элементы в зависимости от местоположения источника воздействия и калибровка метода путем нахождения оптимальных пороговых значений для корректной регистрации времени при-

хода акустического сигнала. Описана экспериментальная установка и указаны условия проведения эксперимента. Разработанный метод локализации был реализован в экспериментальном макете регистратора сигналов акустической эмиссии и исследован в эксперименте. Оценена погрешность предложенного метода. Рассмотрены направления дальнейших исследований и пути модернизации предложенного метода.

Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

См. 20.04-01.154

Другие физические эффекты в акустических полях

20.04-01.165 О методе электроакустического преобразования, основанном на электрокинетических явлениях. *Шарфарец Б.П., Курочкин В.Е., Сергеев В.А., Гуляев Ю.В.* *Акустический журнал.* 2020. 66, № 4, с. 453-462. Рус.

Предложены в линейном и нелинейном приближении (ламинарный режим) физическая и математическая модели для описания механизма функционирования нового вида акустического преобразователя. Кратко даны сведения о таком электрокинетическом явлении, как электроосмос. Приведены необходимые уравнения для описания акустических полей, вызываемых электрокинетическими явлениями: наличием двойного электрического слоя и приложенного суммарного электрического поля, состоящего из постоянного поля и поля, несущего акустическую информацию. Уравнения рассматриваются для жидкости в круговом цилиндрическом капилляре применительно к расчету гидродинамики стационарного электроосмотического процесса и гармонического акустического процесса. Теоретически, на вычислительной модели и экспериментально показано, что учет нелинейности стационарного процесса приводит, в отличие от линейного стационарного процесса, к перекатке энергии постоянного электрического поля в акустическое поле, вызываемого переменным электрическим полем. Полученные результаты при некоторых ограничениях верны для широкого класса пористых структур. Экспериментально для бумажной мембраны в качестве капиллярно-пористой структуры с помощью накачки получено усиление первой гармоники акустического давления от 5.9 до 28 раз для различных значений амплитуды переменного электрического поля. Полученные в работе теоретические и экспериментальные результаты позволяют решить приоритетную научно-техническую проблему проектирования и создания акустических излучателей нового типа.

Химические процессы и фазовые переходы при воздействии ультразвука

20.04-01.166 Биоревитализация при помощи низкочастотного ультразвука. *Горшкова В.М., Девуличанская Н.Н., Альков С.В.* *Биомедицинская радиоэлектроника.* 2019, № 6, с. 48-53. Рус.

Постановка проблемы. Биоревитализация кожи при старении человека является актуальной проблемой современной эстетической медицины. На сегодняшний день биоревитализация гиалуроновой кислоты проводят при помощи инъекций. Данный способ (инъекции) болезненен, приносит дискомфорт пациентам, есть риск заражения пациентов различными заболеваниями: ВИЧ, гепатит и т.д. Цель — разработка технологии неинвазивной и безболезненной биоревитализации кожи при помощи низкочастотного ультразвука. Результаты. Проведены экспериментальные исследования: а) исследование воздействия низкочастотного ультразвука на 1%-й водный раствор гиалуроновой кислоты; б) в ходе спектрального анализа исследуемых растворов были получены следующие результаты: низкочастотный ультразвук с низким уровнем интенсивности не разрушает структуру 1%-го водного раствора гиалуроновой кислоты; при воздействии низкочастотного ультразвука на систему «лекарственное вещество (ГК)-биологическая ткань (кожа)» не про-

исходит повреждений кожи, отсутствует нарушение целостности кожных покровов, нет риска ятрогенного заражения ВИЧ, гепатитом и т.д. Пациенты не испытывают выраженных болевых ощущений; полученные результаты свидетельствуют о значительном улучшении состояния у возрастной кожи. Дальнейшие исследования дадут возможность оптимизировать технологические параметры ультразвукового воздействия на систему «гиалуроновая кислота—кожа», для получения накопительного эффекта и пролонгированного действия увлажнения и омоложения кожи. Практическая значимость. Разработка технологии биоревитализации кожи при помощи низкочастотного ультразвука позволит сделать процесс биоревитализации комфортным и безболезненным, а также избавиться от риска ятрогенного заражения. Улучшит качество жизни пациентов.

Ультразвук в неразрушающем контроле, промышленных технологиях и изделиях

20.04-01.167 О взаимодействии упругих волн с "полупрозрачными" дефектами. *Алешин Н.П., Могильнер Л.Ю., Крысько Н.В.* *Дефектоскопия*. 2020, № 6, с. 3-13. Рус.

Рассмотрены вопросы выявления несплошностей, частично пропускающих через себя ультразвуковые волны. Такие дефекты имеют большое распространение в различных изделиях и сварных соединениях из металлов и пластмасс. Некоторые примеры «полупрозрачных» дефектов: несплавления, «матовые пятна», шлаковые и другие инородные включения в сварных соединениях, флокены и окисные пленки в поковках и прокатах и т.д. Более того, даже хорошо изученные трещины также могут частично пропускать через себя ультразвуковые волны. Однако для расчетов и настройки параметров ультразвукового контроля традиционно используются полые модельные отражатели, которые не пропускают ультразвук сквозь себя: различные сверления, пазы и т.д. В статье указано, что для целей дефектометрии, то есть для измерения размеров дефектов, необходимо правильно калибровать и настраивать комплект дефектоскоп-преобразователь с учетом особенностей выявления

дефектов разного типа, в том числе «полупрозрачных» для ультразвуковых волн. Для разработки моделей искусственных отражателей, имитирующих полупрозрачные для ультразвука дефекты, предложено классифицировать такие полупрозрачные дефекты по трем группам: дефекты с заполнением, прерывистые структуры и засоренность сварного шва. Рассмотрены основные особенности дефектов таких типов. Описаны возможные подходы к расчету акустических трактов ультразвуковых дефектоскопов при выявлении дефектов трех указанных типов. Отмечено, что для расчетов применительно к дефектам с заполнением могут использоваться аналитические и численные методы, для прерывистых структур предпочтительны численные методы, для дефектов типа засоренность — аналитические методы.

20.04-01.168 Улучшение разрешающей способности ультразвуковых сигналов с использованием алгоритмов разреженной деконволюции и декомпозиции на эмпирические моды. *Бенаммар А., Чибане Ф.* *Дефектоскопия*. 2020, № 6, с. 14-24. Рус.

За последние несколько лет стремительно возросло использование ультразвуковых решеток в неразрушающем контроле, что привело к использованию новых алгоритмов для обработки сигналов. Основной целью данной статьи являются улучшение разрешающей способности контроля дефектов и разработка процедуры контроля настолько быстрой и точной, насколько это возможно. Статья представляет новый метод для улучшения разрешающую способность ультразвуковых фазированных решеток (ФР). Предложенный метод основан на вариационной декомпозиции сигналов и на методе деконволюции. Чтобы снизить уровень шума сигналов используется метод, основанный на декомпозиции на вариационные моды (ДВМ), а для улучшения разрешающей способности - оптимизированный алгоритм разреженной деконволюции с применением метода мажоризации-минимизации. Модельное исследование проводили на образце из нержавеющей стали, который содержал несколько дефектов. Полученные результаты показывают, что предложенный метод может улучшить качество данных ультразвукового контроля, что, в свою очередь, улучшает локализацию дефектов.

Акустика океана, гидроакустика

Акустика мелкого моря

20.04-01.169 Лабораторное физическое моделирование распространения акустических волн на шельфе. *Гурбатов С.Н., Бычков А.Е., Вьюгин П.Н., Грязнова И.Ю., Дерябин М.С., Курин В.В., Хилько А.И.* *Акустический журнал*. 2020, 66, № 4, с. 401-407. Рус.

В лабораторных условиях проведено исследование вертикальной структуры коротких модовых импульсов вблизи критических толщин гидроакустических волноводов постоянной и переменной глубины с различными моделями дна.

20.04-01.170 Интерференция звукового давления и фазовые скорости в мелком море: расчет и эксперимент. *Кузнецов Г.Н., Степанов А.Н.* *Акустический журнал*. 2020, 66, № 4, с. 408-419. Рус.

Выполнено исследование интерференционной структуры амплитуд звукового давления, продольных проекций градиентов фазы и рассчитанных фазовых скоростей в плоскопараллельном волноводе. Установлено, что значения фазовой скорости поля звукового давления и эффективных фазовых скоростей в зонах интерференционных максимумов, рассчитанных различными методами, достаточно стабильны и хорошо согласуются между собой и с экспериментальными данными. Показано, что на частотах, для которых антенна расположена в зонах интерференционных максимумов, использование модели эквивалентной плоской волны и эффективных фазовых скоростей вместо скорости звука в воде уменьшает погрешность оценки пеленга.

20.04-01.171 Интерференционный метод оценки ко-

ординат движущегося шумового источника в мелком море с использованием высокочастотных сигналов. *Пересёлков С.А., Кузькин В.М., Кузнецов Г.Н., Просовицкий Д.Ю., Ткаченко С.А.* *Акустический журнал*. 2020, 66, № 4, с. 437-445. Рус.

Приведены результаты высокочастотного эксперимента по локализации движущегося шумового источника с использованием цилиндрической малогабаритной векторно-скалярной антенны. Использовалась частотно-временная обработка, согласованная с интерференционной картиной, формируемой источником. Восстановлены временные зависимости пеленга, скорости, удаленности и глубины источника. Дано качественное и количественное объяснение экспериментальным данным на основе модельной двухлучевой интерферограммы, образованной прямым лучом и лучом, отраженным от свободной поверхности.

Взаимодействие звука с внутренними волнами и течениями

20.04-01.172 Характеристики короткопериодных внутренних волн Авачинского залива по данным экспедиционных и спутниковых наблюдений, выполненных в августе—сентябре 2018 года. *Свергун Е.И., Зимин А.В.* *Мор. гидрофиз. жс.* 2020, 36, № 3, с. 300-312. Рус.

Цель. В работе оцениваются характеристики короткопериодных внутренних волн в различных по гидрологическим и морфометрическим условиям районах Авачинского залива Тихого океана. Методы и результаты. Характеристики внутренних

волн оцениваются на основе обобщения результатов экспедиционных исследований, проводившихся августе—сентябре 2018 г. в Авачинском заливе, данных дистанционного зондирования высокого разрешения с привлечением результатов моделирования приливов. В работе также производится прямое сопоставление данных контактных и спутниковых наблюдений за внутренними волнами. В результате работы показано, что в мелководном районе Авачинского залива регистрируются волны с высотами от 10 до 15 м. Они встречаются в 10% от общего числа случаев. В глубоководном районе залива также часто регистрируются внутренние волны, однако их максимальная высота не превышает 10 м. На спутниковых снимках обнаружено 72 проявления короткопериодных внутренних волн. Прослеживаются проявления, распространяющиеся к берегу с приливной периодичностью от источника генерации, находящегося в районе изобаты 500 м, где имеется сильный уклон дна. Выводы. В результате работы установлена ярко-выраженная связь цугов волн, зарегистрированных в мелководном районе, с полусуточной приливной динамикой. На основе анализа гидрологической ситуации и спутниковых изображений выдвинуто предположение, что внутренние волны могут генерироваться не только в результате распада баротропного прилива, но и благодаря инерционным колебаниям фронтального раздела, образованного меандрами Камчатского течения в присутствии неглубокого обостренного пикноклина. Анализ синхронных спутниковых и судовых наблюдений позволил установить, что внутренние волны высотой 5—8 м отчетливо проявляются на морской поверхности при глубине залегания пикноклина 10—20 м.

См. также **20.04-01.31**

Лучевое распространение звука в океане

См. **20.04-01.31**

Рассеяние на шероховатой поверхности

20.04-01.173 Физические поля кругового цилиндрического пьезокерамического приемника в присутствии плоского акустически мягкого экрана. *Дерепа А.В., Лейко А.Г., Позднякова О.Н. Приборы и методы измерений.* 2017. 8, № 2, с. 168-176. Рус.

Рассмотрена система в виде кругового цилиндрического пьезокерамического преобразователя вблизи плоского акустического экрана. Целью работы являлось решение задачи приема плоских звуковых волн системой «цилиндрический пьезокерамический преобразователь — плоский акустически мягкий экран» с учетом взаимодействия физических полей преобразователя между собой и преобразователя с окружающими ее упругими средами. Указанная система характеризуется нарушением радиальной симметрии радиационной нагрузки преобразователя при сохранении радиальной симметрии электрической нагрузки. При этом энергия, воспринимаемая рассматриваемой системой, распределяется между всеми модами колебаний преобразователя, в то время как преобразование механической энергии в электрическую осуществляется только на нулевой моде колебаний. Исследование осуществлялось методом связанных полей в многосвязных областях с привлечением метода изображений. Сформулирована расчетная модель системы «преобразователь-экран», позволяющая учесть взаимодействие акустического, механического и электрического полей в процессе преобразования энергии, взаимодействие цилиндрического преобразователя с плоским экраном и взаимодействие преобразователя с упругими средами вне и внутри его. Физические поля рассматриваемой системы определены путем совместного решения: волнового уравнения; уравнений движения тонких пьезокерамических цилиндрических оболочек в перемещениях; уравнений вынужденной электростатики для пьезокерамики при заданных граничных условиях, условиях сопряжения полей на границах раздела областей и электрических условиях. Решение задачи сведено к решению бесконечной системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов разложения полей. В качестве примера применения полученных соотношений произведен расчет и анализ зависимостей электрических полей рассматриваемой си-

стемы при различных параметрах ее построения от направления прихода на систему плоских волн.

Излучение колеблющихся под водой объектов, импеданс

20.04-01.174 Колебания цилиндра в жидкости под ледяным покровом вблизи вертикальной стенки. *Тягачева Л.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 3, с. 12-25. Рус.

Получено решение задачи о колебаниях кругового цилиндра в жидкости конечной глубины под ледяным покровом вблизи вертикальной стенки. Ледяной покров моделируется тонкой упругой полубесконечной пластиной постоянной толщины. Рассмотрены различные граничные условия на кромке пластины: свободный край и заземленный. Исследованы коэффициенты присоединенных масс и демпфирования, амплитуды прогиба и деформаций ледяного покрова, сил, действующих на стенку, в зависимости от частоты колебаний и входных параметров задачи.

Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

20.04-01.175 Метод повышения эффективности работы сейсмического канала связи с подводными объектами. *Карпов А.В., Катанович А.А. Морская радиоэлектроника.* 2019, № 4, с. 22-25. Рус.

Предложен метод повышения эффективности работы сейсмического канала связи с подводными объектами, который обеспечивает высокую точность синхронизации и частоту повторения силовых воздействий на исследуемую среду, что приводит к увеличению дальности и помехозащищенности сейсмической связи подводных объектов, расположенных на больших расстояниях.

20.04-01.176 Оценка влияния внутреннего и вязкого трения на дисперсию и затухание звука в неконсолидированных морских осадках. *Лисютин В.А., Ластовенко О.Р. Акустический журнал.* 2020. 66, № 4, с. 420-436. Рус.

Проанализировано влияние внутреннего и вязкого трения на распространение звука в неконсолидированных морских осадках. Приводятся основные положения GS (Grain Shearing) теории межгранулярного трения M. Buckingham'a. Согласно GS теории, осадки рассматриваются как однофазная среда, затухание звука объясняется только внутренним трением, а вязкой диссипацией пренебрегается. Представлена модификация GS теории, заключающаяся в преобразовании ее в двухфазную. Вместо однофазного уравнения состояния применяется уравнение состояния двухфазной среды, выведенное ранее в работе И.А. Чабан. Подстановка этого уравнения состояния в дисперсионное уравнение GS теории приводит к квадратному уравнению, корни которого дают волновые числа двух типов волн — быстрой и медленной волн в неконсолидированной среде с внутренним трением (GS+EC, Grain Shearing+Effective Compressibility). Результаты, даваемые модифицированной теорией, сравниваются с результатами экспериментальных измерений, взятых из открытых источников. Показывается, что существенная дисперсия скорости звука на средних частотах обусловлена консервативным влиянием жидкости, а затухание — совместным диссипативным влиянием внутреннего и вязкого трения. Выявляются типы сред и частотные диапазоны, в которых затухание определяется преимущественно силами внутреннего либо вязкого трения.

См. также **20.04-01.174**

Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

20.04-01.177 Единый алгоритм определения координат и параметров движения цели по данным пассивных гидроакустических средств. *Прожаев А.Н. Морская*

радиоэлектроника. 2019, № 3, с. 50-54. Рус.

Рассмотрен универсальный единый алгоритм определения координат и параметров движения цели (КПДЦ) по данным пассивных гидроакустических средств (ГАС) различной конфигурации, в том числе ГАС с гибкими протяженными буксируемыми (ГПБА) или с бортовыми (БА) антеннами. Показаны принципиальные отличия предложенного алгоритма от существующих аналогов и результаты оценки его эффективности.

20.04-01.178 Построение правил обнаружения радио и гидролокационных сигналов. *Лось А.П., Розов А.К.* *Морская радиоэлектроника*. 2019, № 4, с. 26-29. Рус.

На основании теории оптимальных правил постановки наблюдений разработаны оптимальные решающие правила обнаружения радио и гидролокационных сигналов на основе вероятностно-статистической модели наблюдаемых воздействий. Приведены особенности обнаружения сигналов в условиях окрашенного шума.

20.04-01.179 О возникновении амплитудной модуляции при рассеянии сигнала от вращающегося гребного винта. *Колмогоров В.С., Шпаж С.А.* *Морская радиоэлектроника*. 2019, № 4, с. 50-53. Рус.

Рассматривается механизм возникновения амплитудной модуляции при отражении от вращающегося гребного винта высокочастотного гидроакустического сигнала и возможность регистрации вально-лопастного звукоряда движущегося морского объекта.

См. также **20.04-01.94**

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

20.04-01.180 Использование гидрофизического исследовательского комплекса в натурном эксперименте на шельфе Японского моря. *Пивоваров А.А., Самченко А.Н., Швырев А.Н., Ярошук И.О.* *Подводные исследования и робототехника*. 2020, № 2, с. 56-61. Рус.

Осенью 2019 года на шельфе Японского моря в заливе Петра Великого проводился комплексный натурный эксперимент с целью изучения влияния внутренних волн на распространение сложных низкочастотных сигналов. Экспериментальные работы проводились с помощью нового гидрофизического исследовательского комплекса. В состав комплекса входили: вертикальная 8-элементная приемная антенна, автономная широкополосная излучающая станция, многоэлементные термогирлянды и регистраторы гидростатического давления. В течение суток проводились излучение и прием пакетов различных ЛЧМ и фазоманипулированных сигналов с одновременным измерением характеристик поля внутренних волн по трассе распространения. В ходе выполнения натурного эксперимента были подтверждены технические характеристики гидрофизического исследовательского комплекса и получен опыт проведения комплексных океанологических экспериментов. Выявлены различия в использовании линейных частотно-модулированных и псевдослучайных фазоманипулированных сигналов, показано характерное на данной акватории влияние гидрологических возмущений на распространение акустических сигналов.

Акустика глобальных масштабов, термометрия и дальняя подводная связь

20.04-01.181 Расчет функции неопределенности источника шума в подводных волноводах при согласованной со средой обработке сигналов. Часть 2. *Ермолаев В.И., Леонтьев Ю.Б., Попович В.В., Чиров Д.В.* *Морская радиоэлектроника*. 2018, № 4, с. 38-40. Рус.

Обсуждаются особенности расчета функции неопределенности источника акустического шумового сигнала в пространстве двумерно-неоднородного подводного волновода при реализации алгоритма согласованной со средой обработки Bartlett'a процессов на выходах элементов линейной антенной решетки. Приводится описание разработанного АО «СПИИРАН-НТБВТ»

программного комплекса SonarMFP, предназначенного для решения этой задачи в различных условиях распространения и приёма акустических волн в двумерно-неоднородной среде. Рассматриваются результаты расчетов функции неопределенности источника сигнала для различных параметров двумерно-неоднородной среды и приёмного тракта, а также результаты оценки этой функции в вычислительных экспериментах с имитацией шумовых сигналов и помех на элементах приёмной вертикальной антенны.

20.04-01.182 Использование высокоразрешающей сейсмоакустики для мониторинга положения подводных трубопроводов в реках и на шельфе морей. *Дмитревский Н.Н., Апаньев Р.А., Архипов В.В.* *Океанология*. 2020, № 1, с. 146-153. Рус.

Рассматриваются результаты акустического зондирования трасс подводных трубопроводов, полученные авторами в ряде экспедиций на речных акваториях и в морях Северного Ледовитого океана. Обсуждаются возможности использования узколучевых параметрических систем как компонента мониторинга природных обстановок в районах заглубленных под дном подводных трубопроводных переходов.

20.04-01.183 Численное моделирование скрывающих свойств гидроакустических сигналов связи с линейной разверткой несущей. *Кебжал К.Г.* *Подводные исследования и робототехника*. 2020, № 2, с. 4-12. Рус.

На результатах численного моделирования продемонстрировано, что распределения вероятностей огибающей и фазы смеси гауссова шума и (слабого) гидроакустического сигнала связи, характеризующего линейной разверткой несущей, могут иметь исчезающе малые отличия от аналогичных распределений, характерных для просто гауссова шума. Использование непрерывного расширения спектра сигнала связи может представлять интерес для задач скрытого обмена данными, в которых обнаружение сеанса связи устройствами перехвата должно быть затруднительным или невозможным. С применением численных моделей проанализированы возможности использования сигналов с непрерывным расширением спектра для скрытой цифровой гидроакустической связи посредством штатных приемопередатчиков гидроакустических систем, находящихся на вооружении действующих кораблей.

См. также **20.04-01.180**

Активные и пассивные сонарные системы, алгоритмы обработки сигналов

20.04-01.184 Алгоритм информационной поддержки оператора гидроакустического комплекса подводной лодки. *Брага Ю.А., Машошин А.И., Подшивалов Г.А.* *Морская радиоэлектроника*. 2018, № 3, с. 22-26. Рус.

Обосновывается необходимость создания алгоритма информационной поддержки оператора гидроакустического комплекса подводной лодки и описывается его структура на примере режима шумопеленгования.

20.04-01.185 О создании первого автоматизированного гидроакустического комплекса для подводного "истребителя" проекта 705. *Попов В.А., Селезнев И.А., Беркутов Р.Н.* *Морская радиоэлектроника*. 2018, № 4, с. 16-21. Рус.

Рассматривается создание первого отечественного высокоавтоматизированного гидроакустического комплекса (ГАК) для нового проекта подводной лодки со специальной ядерной энергетической установкой. Такие атомные подводные лодки (АПЛ) малого водоизмещения были спроектированы и построены в период второй послевоенной кораблестроительной программы (60-е годы прошлого столетия). Высокие требования по обеспечению новых проектов АПЛ гидроакустическими средствами подводного наблюдения и звукоподводной связи, эффективно работающими в океанских и дальних морских районах, обусловили открытие в ЦНИИ «Морфизприбор» ряда НИОКР, в ходе которых был создан опытный образец гидроакустического комплекса «Океан». В статье вводятся в научный оборот новые исторические данные об инженерах и ученых, спроектировавших

высокоавтоматизированный комплекс для АПЛ с существенно улучшенными ТТХ, обеспечившими стратегический паритет и оборону страны от морских носителей ядерного оружия потенциального противника.

20.04-01.186 Передающие тракты низкочастотной гидролокации. *Александров В.А., Майоров В.А., Калашников С.А., Казаков Ю.В. Морская радиоэлектроника. 2019, № 1, с. 10-15. Рус.*

Рассмотрены особенности проектирования и принципы децентрализации аппаратуры многоканальных передающих трактов низкочастотной гидролокации. Представлены данные технической реализации приборов и блоков генераторных устройств большой мощности. Обоснованы преимущества применения унифицированных блоков ключевых усилителей мощности с многоканальной широтно-импульсной модуляцией.

20.04-01.187 Метод модового анализа механоакустических систем. *Салин М.Б., Соков Е.М., Суворов А.С. Прикл. мат. и мех. 2020, 84, № 2, с. 196-207. Рус.*

Описывается способ решения задачи расчета акустического излучения деформируемого твердого тела, колеблющегося в сжимаемой жидкости с помощью процедур модового анализа механоакустических систем. Способ базируется на приближенном представлении функции потерь на акустическое излучение и модификации метода Ланцоша. Это позволяет построить эффективный вычислительный алгоритм нахождения излучающих звук форм резонансных колебаний и соответствующих им комплексных величин собственных частот. Проведена апробация разработанного метода на примере модельной задачи.

См. также **20.04-01.171, 20.04-01.177, 20.04-01.178, 20.04-01.181, 20.04-01.183**

Гидроакустические преобразователи и антенны

20.04-01.188 Технология и комплекс масштабного гидроакустического моделирования радиолокационных станций с синтезированием апертуры и зондирующими сигналами типа дискретных частотных последовательностей. *Трофимов В.Н. Прикладная физика и математика. 2015, № 6, с. 24-33. Рус.*

Описывается технология и комплекс масштабного физическо-гидроакустического (МФГ) моделирования радиолокационных станций (РЛС) с синтезированием апертуры и зондирующими сигналами типа дискретных частотных последовательностей. Рассматриваемая технология моделирования включает в себя запись ультразвуковых эхо-сигналов, отраженных от масштабных моделей объектов радиолокационного наблюдения, в гидроакустическом бассейне и последующее применение записанных сигналов для математического или полунатурного моделирования РЛС. Описывается методика моделирования РЛС на основе использования эхо-сигналов, полученных с помощью МФГ моделирования, для произвольных перемещений объекта относительно РЛС. Показаны РЛ изображения протяженных объектов, полученные с помощью комплексного использования математического и МФГ моделирования с волновым масштабом 1:100 для 3-х сантиметрового диапазона длин волн. Описан цифровой имитатор радиолокационных сигналов для полунатурного моделирования РЛС, основанный на использовании эхо-сигналов, полученных с помощью.

См. также **20.04-01.52, 20.04-01.180, 20.04-01.181, 20.04-01.186**

Инфразвуковые и акустико-гравитационные волны

20.04-01.193 Лидарные наблюдения динамики аэрозолей и акустико-гравитационных волн. *Борчевки-*

Подводные измерения и калибровка аппаратуры

20.04-01.189 Решения задачи передачи информации и электропитания на автономные необитаемые подводные аппараты и гидроакустические маяки ответчики. *Кирьянов А.В., Бабкин Д.С., Хан Р.Е. Морская радиоэлектроника. 2019, № 1, с. 6-9. Рус.*

Рассматривается возможность использования ультразвуковой аппаратуры передачи информации для обслуживания автономных необитаемых подводных аппаратов и гидроакустических маяков ответчиков. Приводятся результаты проработок по исследованию возможного применения технологии передачи информации через основной корпус объекта по акустическому каналу.

20.04-01.190 О возможности обнаружения современных подводных лодок в дальних зонах акустической освещенности. *Лободин И.Е., Машошин А.И. Морская радиоэлектроника. 2019, № 3, с. 56-59. Рус.*

Приводятся акустические характеристики районов Мирового океана, в которых формируются дальние зоны акустической освещенности и демонстрируются результаты расчетов дальностей обнаружения в этих районах современных подводных лодок по их шумонизлучению.

20.04-01.191 Лазерный адаптивный голографический гидроакустический интенсивметр. *Ромашко Р.В., Кульчин Ю.Н., Дзюба В.П., Стороженко Д.В., Безруж М.Н. Квантовая электроника. 2020, 50, № 5, с. 514-518. Рус.*

Исследован новый тип векторного гидроакустического приемника — лазерный адаптивный гидроакустический интенсивметр. В качестве первичного приемника акустического сигнала использованы два разнесенных в пространстве идентичных волоконно-оптических сенсора катушечного типа. Фазовая демодуляция сигналов, полученная на выходе сенсоров, реализуется в двухканальном адаптивном голографическом интерферометре, построенном на основе двух динамических голограмм, мультиплексированных в фоторефрактивном кристалле CdTe. С помощью лазерного интенсивметра исследовано акустическое поле, сформированное в ограниченном объеме. Экспериментально определены рабочие характеристики интенсивметра, пороговая чувствительность которого по интенсивности акустического поля составила 0.1×10^{-13} Вт/м².

См. также **20.04-01.179, 20.04-01.181, 20.04-01.184**

Компьютерное моделирование в гидрофизике и гидроакустике

20.04-01.192 Сравнение методов машинного обучения в детектировании гидроакустических сигналов на выходе согласующего фильтра. *Токарь П.С., Шевченко Е.Н. Ползуновский альманах. 2019, № 4, с. 139-143. Рус.*

Представлен метод моделирования гидроакустических сигналов. Проведено сравнение эффективности различных архитектур нейронных сетей для распознавания сигналов на выходе согласованного фильтра гидроакустического модема.

См. также **20.04-01.181**

Атмосферная и аэроакустика

на О.П., Адамсон С.О., Андриенко О.С., Голубков Г.В., Губанова Д.П., Дьяков Ю.А., Казарян М.А., Карпов И.В., Голубков М.Г. Оптика атмосферы и океана. 2020, 33, № 3, с. 209-214. Рус.

Представлены результаты лидарного зондирования тропо-

сферного аэрозоля, выполненного в Калининграде (54° с.ш., 20° в.д.) с применением двухволнового атмосферного лидара (532 и 1064 нм), который позволяет проводить зондирование аэрозоля до высот 10–12 км. В результате измерений мощности рассеянного в тропосфере лидарного сигнала с 2011 по 2018 г. установлены особенности вертикальной структуры и динамики аэрозоля. Анализ результатов показал усиление волновой активности в диапазоне акустико-гравитационных волн в тропосфере во время прохождения солнечного терминатора.

Взаимодействие звука с поверхностью, учет покрытия и топографии, импеданс поверхностей на местности

20.04-01.194 Развитие и применение акустических средств диагностики атмосферного пограничного слоя. Одинцов С.Л. Оптика атмосферы и океана. 2019. 32, № 9, с. 786-791. Рус.

Изложены основные направления и результаты исследований атмосферного пограничного слоя с использованием методов и технических средств акустической диагностики, проводившихся в Институте оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН в последнее десятилетие.

Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

20.04-01.195 Гидродинамическая неустойчивость вертикальных движений, возбуждаемых пространственно периодическими распределениями источников тепла. Калашиник М.В., Курганский М.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4, с. 126-136. Рус.

Исследована гидродинамическая неустойчивость системы вертикальных движений, инициируемых пространственно периодическими распределениями источников тепла. Для описания динамики возмущений использован метод Галеркина с тремя базисными тригонометрическими функциями. Сформулирована нелинейная система уравнений для нахождения коэффициентов разложения. Установлено, что в отсутствие диссипации вертикальные движения неустойчивы, если число Ричардсона меньше одной восьмой. Развита слабо нелинейная модель невязкой неустойчивости. Показано, что потеря устойчивости в присутствии диссипации может приводить к формированию либо стационарного, либо осциллирующего во времени вторичного течения с нетривиальной топологией линий тока.

Ударные и взрывные волны, звуковой удар

20.04-01.196 Динамика ударных волн в средах с продольной стратификацией. Богданов А.Н. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 491, № 1, с. 5-6. Рус.

Рассмотрены задачи динамики плоских ударных волн в средах с одномерной продольной стратификацией плотности. Обсуждаются обоснование, особенности и границы применимости метода Уизема расчета параметров процесса распространения волны. Получена зависимость скорости плоской ударной волны от плотности среды перед ее фронтом для любой интенсивности волны.

20.04-01.197 Управление детонационной волной в канале с препятствиями посредством предварительной подготовки газовой смеси. Журавская Т.А., Левин В.А. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4, с. 59-68. Рус.

Используя детальный кинетический механизм химического взаимодействия, численно исследовано влияние предварительной подготовки стехиометрической водородно-воздушной смеси (разложения части молекулярных водорода и кислорода на атомарные газы) на характеристики волны детонации с целью управления детонационным горением в плоских каналах с препятствиями. Установлено, что указанная частичная начальная диссоциация может использоваться для предотвращения гашения детонации в каналах как с одиночным препятствием,

так и с множественными барьерами. Обнаружено, что получаемая в результате подготовки смесь отличается от начальной водородно-воздушной смеси качественно иным характером реиницирования детонации после взаимодействия с препятствиями.

20.04-01.198 Эффект высокоскоростного перехлёста в ударной волне с предельным сжатием. Кузнецов М.М., Кулешова Ю.Д., Перов А.А., Смотрова Л.В. Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2019, № 3, с. 90-97. Рус.

Представлены некоторые результаты аналитического исследования поступательной неравновесности в ударной волне. Они были сформулированы ранее в систематических исследованиях авторов. Проанализированы аналитические модели высокоскоростной поступательной неравновесности в бинарных газовых смесях. Рассмотрен эффект высокоскоростного перехлёста в ударной волне с предельным сжатием. Показано, что максимум этого эффекта удовлетворяет принципу независимости от числа Маха.

20.04-01.199 Скорость деформации при ударном сжатии в полимеризованной эпоксидной смоле. Зиборов В.С., Ростиков Т.А. Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2019, № 4, с. 90-97. Рус.

Исследованы ударно-волновые свойства модифицированной эпоксидной смолы Этал-370, полимеризованной отвердителем Этал-45М. Измерена ударная адиабата в координатах массовая скорость — скорость ударной волны; она не отличается от ранее полученных ударных адиабат эпоксидных смол на масштабе исследованного диапазона массовых скоростей. Обнаружено, что степенная зависимость скорости деформации во фронте ударной волны от давления за её фронтом имеет показатель 6,3, что превышает ранее полученную для сплошных твёрдых материалов обобщающую степень 4.

См. также **20.04-01.56, 20.04-01.67, 20.04-01.91, 20.04-01.92, 20.04-01.93, 20.04-01.108**

Звук в трубах с потоками

20.04-01.200 Неизотермическое течение разреженного газа в длинном цилиндрическом канале при произвольных перепадах давления и температуры. Гермидер О.В., Попов В.Н. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 3, с. 125-140. Рус.

На основе S-модели кинетического уравнения Больцмана рассматривается задача о течении разреженного газа через длинный цилиндрический канал в зависимости от значений давления и температуры, поддерживаемых на его концах. Перепады давления и температуры на концах канала изменяются от малых значений, когда справедлива линейная теория переноса, до больших значений, когда средняя длина свободного пробега молекул газа перестает быть постоянной вдоль канала. Решение модельного кинетического уравнения находится методом коллокации с использованием полиномов и рациональных функций Чебышева. Получены значения массового потока и давления в канале. Проведено исследование изобарического и неизотермического течений.

См. также **20.04-01.45, 20.04-01.197**

Аппаратура и методы для измерения атмосферных параметров, ветра, турбулентности, температуры, загрязняющих выбросов

20.04-01.201 Структура порывов ветра в приземном слое атмосферы. Гладких В.А., Невзорова И.В., Одинцов С.Л. Оптика атмосферы и океана. 2019. 32, № 4, с. 304-308. Рус.

Представлены результаты анализа структуры сильных порывов ветра в приземном слое атмосферы над урбанизированной территорией и естественным ландшафтом. Использованы экспериментальные данные, полученные с помощью ультразвуко-

вых анемометров-термометров на высотах 5 и 10 м (естественный ландшафт) и 17 м (урбанизированная территория) над уровнем подстилающей поверхности. Проведена оценка вкладов продольной и ортогональной составляющих в порывы ветра. Выявлено, что непосредственно в порывах ветра имеет место некоторое преимущество движений вправо от основного потока и сверху вниз.

См. также **20.04-01.194**

Авиационная акустика

20.04-01.202 Несимметричные сопловые течения Томотики—Тамады. Кузнецова Е.О., Чернов И.А. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов.* Вып. 7. Ульяновск: УлГТУ. 2007, с. 169-177. Рус.

Значительный интерес в прикладном и теоретическом отношении представляют течения с переходом через скорость звука. В данной работе внимание уделяется сопловым течениям. При ускорении газового потока в сопле Лавала в узком сечении сопла происходит переход от дозвуковой скорости течения к сверхзвуковой. С теоретической точки зрения интерес к изучению течений с переходом через скорость звука связан со сложностью уравнений стационарного движения газа в области определения решения. А именно с их принадлежностью к смешанному типу: эллиптическому — там, где скорость дозвуковая, и гиперболическому — при сверхзвуковой скорости. При расчете сопел Лавала обычно требуется подобрать условия для течения газа таким образом, чтобы обеспечивался переход от дозвуковых на входе сопла к сверхзвуковым скоростям на выходе. Трансзвуковое течение и сам переход через критическую скорость осуществляются вблизи минимального сечения канала. Однако когда разность давлений на обоих концах сопла не достигает расчетной величины, оно работает в режимах, в которых поле скоростей имеет в основном дозвуковой характер, но может включать сверхзвуковые области (прилегают либо к стенкам сопла, оставляя поток в окрестности оси симметрии чисто дозвуковым, либо занимают центральную часть трубы). Основными задачами данной работы являются следующие: получение точного решения для несимметричного класса сопловых течений Томотики—Тамады (Т.—Т.); рассмотрение возможности склейки на параболической ударной волне симметричного соплового течения Мейера и несимметричного течения Т.—Т.; построение несимметричного течения Т.—Т. в целом на всей плоскости.

20.04-01.203 Частотный метод решения задачи о флаттере крыла в дозвуковом потоке газа. Санкин Ю.Н., Олейников К.В. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов.* Вып. 9. Ульяновск: УлГТУ. 2011, с. 442-450. Рус.

Работа посвящена нелинейной задаче флаттера изгибно-крутильных колебаний консольного крыла. Если рассматривается линейная задача, то решение можно свести к исследованию собственных значений обыкновенных дифференциальных уравнений. Данная задача в настоящее время решается методом Бубнова—Галеркина или при помощи метода конечных элементов (МКЭ), когда изгибные колебания аппроксимируются полиномом третьей степени, а крутильные полиномом первой степени. Данный подход приводит к системе высокого порядка и требует больших затрат машинного времени. Здесь предлагается вариант МКЭ, который называется методом перемещения и который основан на точном интегрировании, когда для участка стержня решается краевая задача по нахождению краевых сил и моментов через вынужденные перемещения его концов. Затем составляются уравнения равновесия узлов. При этом благодаря точному интегрированию длина участка неограниченна и, например, для крыла постоянного сечения может быть взят только один участок. Несовпадение центра жесткости и центра тяжести учитывается нагрузочными членами, которые также получаются точным интегрированием. На этой основе рассматривается нелинейная задача частотным методом.

20.04-01.204 К асимптотической теории трансзвуковых течений газа. Вельмисов П.А., Тамарова Ю.А., Се-

менова Е.П. *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов.* Вып. 10. Ульяновск: УлГТУ. 2014, с. 48-54. Рус.

Статья посвящена развитию математической теории трансзвуковых течений газа, т.е. течений, содержащих одновременно дозвуковые и сверхзвуковые области. На основе полученного в статье асимптотического нелинейного уравнения исследуются трансзвуковые течения газа, учитывающие поперечные по отношению к основному потоку возмущения. Построены некоторые точные частные решения этого уравнения и указаны их приложения к решению ряда задач трансзвуковой аэродинамики.

20.04-01.205 Механизмы формирования шума на рабочих местах авиационных специалистов воздушных судов государственной авиации. Харитонов В.В., Зинкин В.Н., Драган С.П., Скуратовский Н.И. *Проблемы безопасности полетов.* 2018, № 10, с. 1-17. Рус.

Дана системная характеристика механизмов формирования шума на рабочих местах авиационных специалистов воздушных судов государственной авиации в аспекте текущего и прогностического оценивания акустической безопасности, акустического комфорта и функциональной надежности летчика, в том числе, с учетом применяемого защитного снаряжения. Ключевые слова: акустическая обстановка, авиационный шум, источники шума, звукоизоляция, механизм генерации шума, авиационная акустика, акустическая безопасность, функциональная надежность оператора эргатической системы, акустический комфорт, антропозкология, авиационная эргономика.

20.04-01.206 Акустическая обстановка в кабине экипажа источник информации. Попов Ю.В., Андреев Е.В. *Проблемы безопасности полетов.* 2018, № 12, с. 36-49. Рус.

Статья посвящена акустической обстановке в кабине экипажа, которая формируется на фонограмме, регистрируемой системой регистрации звуковой обстановки. Приведена классификация систем регистрации звуковой обстановки. В настоящее время используются системы с магнитным принципом и электронным принципом записи. Рассмотрена схема взаимодействия аппаратуры радиосвязи воздушного судна с системой регистрации звуковой обстановки. В статье указывается, что основным источником акустической обстановки в кабине экипажа воздушного судна является открытый микрофон. Приведены типы открытых микрофонов и их размещение на борту воздушного судна. В кабине экипажа формируются акустические события. Совокупность акустических событий, запечатленных на фонограмме, образуют акустическую обстановку. При исследовании авиационных происшествий осуществляется исследование акустической обстановки по зарегистрированной фонограмме. Рассмотрены этапы исследования акустической обстановки в кабине экипажа.

20.04-01.207 Влияние интенсивного шума на функциональное состояние летного состава. Чистов С.Д., Кукушкин Ю.А., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Кисляков Ю.Ю., Герасимова Е.Г. *Проблемы безопасности полетов.* 2019, № 9, с. 3-13. Рус.

Разработан и апробирован на экспериментальных данных полунатурного моделирования летной деятельности в условиях воздействия шума метод оценивания профессиональной работоспособности оператора, основанный на применении дискриминантного анализа к иерархической структуре показателей, характеризующих качество, структуру деятельности и психофизиологическое состояние. Синтезированы показатель профессиональной работоспособности и показатели более низкого уровня иерархии: показатель качества пилотирования, структуры управляющих воздействий, психофизиологического состояния. Получена решающая функция, достоверно разграничивающая обследованных лиц на два класса с уровнем значимости $p < 0,00001$ и дающая 90% правильных решений. Сделан вывод о негативном влиянии действия шума на качество пилотирования и структуру управляющих воздействий и низкий уровень такого влияния на функциональное состояние обследованных лиц.

20.04-01.208 Статистическое описание перемежае-

мости в переходной области при низкой степени турбулентности потока. *Устинов М.В. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4, с. 11-23. Рус.*

Создан статистический метод для описания коэффициента перемежаемости в области ламинарно-турбулентного перехода в пограничном слое при низком уровне внешних возмущений. Он основан на предположении о том, что турбулентность появляется при локальном по пространству и времени отклонении скорости от среднего значения на пороговую величину. Для двух основных сценариев перехода — усиления стационарных вихрей неустойчивости поперечного течения на стреловидном крыле и волн Толлмина—Шлихтинга — получены аналитические формулы для частоты возникновения когерентных структур — турбулентных пятен и клиньев, и коэффициента перемежаемости или средней доли покрываемой ими площади поверхности.

20.04-01.209 Численное исследование нестационарной ламинарной отрывной зоны, обтекаемой гиперзвуковым потоком. *Кане А.А., Пеетала Р.К. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4, с. 82-95. Рус.*

Взаимодействие ударной волны с пограничным слоем представляет собой задачу первостепенной важности при проектировании гиперзвуковых летательных аппаратов. Для надежного расчета аппарата, особенно его системы теплозащиты, необходимо понимать поведение во времени параметров потока на стенках и соответствующих тепловых и силовых нагрузок. Настоящая работа имеет своей целью уяснить нестационарный характер вызванного ударной волной отрыва ламинарного пограничного слоя для простой классической конфигурации двумерной наклонной панели. Численное исследование проведено на основе уравнений Навье—Стокса для нереагирующего газа с использованием программы rho Central Foam в открытой библиотеке open FOAM. Физика отрыва ламинарного пограничного слоя в гиперзвуковом потоке детально исследована по нестационарным картинкам линий тока и зависимостям от времени таких параметров течения на поверхности, как коэффициенты давления, теплового потока и трения. Показано, что в начальный отрезок времени обтекание панели определяется в основном вязкими свойствами газа, а отрывная зона имеет весьма малые размеры. По мере того, как течение начинает определяться вязкими силами, отрывная зона растет в размерах и в конце концов достигает стационарного состояния. Вследствие отрыва пограничного слоя распределения коэффициентов теплового потока и поверхностного трения приобретают формы размытой буквы V и деформированной буквы W соответственно. Пики силовой и тепловой нагрузок находятся в окрестности области присоединения, причем в начальный период они выше, а затем достигают стационарных значений. Указанные высокие нагрузки могут быть причиной повреждений конструкции, в связи с чем необходимо их правильное предсказание. В связи с этим настоящее исследование может быть полезно при проектировании систем теплозащиты гиперзвуковых летательных аппаратов.

20.04-01.210 Решение уравнений Фолкнера—Скэн для гиперзвуковых течений. *Липатов И.И., Нго К.Т. Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4, с. 96-104. Рус.*

Впервые получены результаты решения уравнения Фолкнера—Скэн для сжимаемых течений в дополнение к тем, которые были найдены Хартри и Стюартсоном. Определены зависимости напряжения трения на стенке и градиента температуры от параметра β при различных значениях температурного фактора.

20.04-01.211 Расчетное исследование газодинамических и аэроакустических характеристик вентилятора. *Муравейко А.С. Акустический журнал. 2020. 66, № 4, с. 446-452. Рус.*

Проведено газодинамическое моделирование течения в модельном вентиляторе Advanced Noise Control Fan в пакете NUMECA FINE/Turbo и проведено сопоставление результатов расчета с экспериментальными данными. Смоделирован тональный шум вентилятора для двух вариантов геометрий (14 и 13 лопаток в спрямляющем аппарате) в FINE/Acoustics и

проведено сопоставление расчетных и экспериментальных параметров.

20.04-01.212 Нелинейные эффекты при распространении возмущений в условиях сильного гиперзвукового взаимодействия. *Липатов И.И., Фам В.К. Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 3, с. 140-143. Рус.*

Исследованы нелинейное взаимодействие и потеря энергии гармониками возмущений, распространяющихся вверх по потоку. Показано возникновение новых гармоник вследствие нелинейного взаимодействия гармоник.

20.04-01.213 Проблемы проектирования гражданских самолетов с учетом требований по шуму в салоне. *Мошков П.А. Вестник Московского авиац. ин-та. 2019. 26, № 4, с. 28-41. Рус.*

Рассмотрена проблема шума в салоне современных гражданских самолетов. На базе акустических испытаний SSJ-100 показано, что основными источниками шума в салоне самолета с классической компоновкой силовой установки (два турбовентиляторных двигателя на пилонах под крылом) на режиме крейсерского полета являются система кондиционирования и вентиляция воздуха и попласть пульсаций давлений.

20.04-01.214 Локализация источников шума в гермокабине самолета RRJ-95 сферической микрофонной решеткой. Часть 1. Кабина экипажа. *Мошков П.А., Василеньков Д.А., Рубановский В.В., Строганов А.И. Вестник Московского авиац. ин-та. 2020. 27, № 2, с. 37-51. Рус.*

Представлены результаты локализации и ранжирования по интенсивности источников шума в кабине экипажа самолета RRJ-95 с применением сферической решетки Simcenter Solid Sphere 3DCAM54. Звуковое поле в кабине экипажа является сложным по своей структуре и несимметричным относительно главной оси самолета. Получены карты локализации источников шума с применением метода сферического бимформинга для суммарного излучения (20–5000 Гц) и излучения в третьоктавных полосах частот от 630 до 3150 Гц.

Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

20.04-01.215 Устойчивость колебаний трубопровода. *Анкилов А.В., Вельмисов П.А., Дегтярева Н.А. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7. Ульяновск: УлГТУ. 2007, с. 19-23. Рус.*

Рассматривается плоская задача аэрогидроупругости о колебаниях, возникающих при протекании жидкости через полой стержень.

20.04-01.216 О потере устойчивости пластины-полосы с жестко закрепленными и шарнирно закрепленными краями в сверхзвуковом потоке газа, сжимаемой или растягиваемой внешними краевыми усилиями. *Бадюкина Т.Е., Логинов В.В. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 8. Ульяновск: УлГТУ. 2009, с. 278-284. Рус.*

Рассмотрена краевая задача для нелинейного обыкновенного интегро-дифференциального уравнения с двумя бифуркационными (спектральными) параметрами, описывающая изгиб тонкой гибкой пластины-полосы в сверхзвуковом потоке газа вдоль оси Ox , сжимаемой или растягиваемой внешними краевыми условиями на границе.

20.04-01.217 О влиянии линейной упругой связи на изгибные формы пластины-полосы в сверхзвуковом потоке. *Вельмисов П.А., Киреев С.В. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10. Ульяновск: УлГТУ. 2014, с. 25-31. Рус.*

Рассматривается математическая модель задачи об изгибных формах пластины-полосы в сверхзвуковом потоке газа с линейной упругой связью на концах. Получены асимптотические решения, для которых построены бифуркационные диаграммы, показывающие зависимость максимального прогиба пластины от скорости набегающего потока.

20.04-01.218 Классификация граничных условий в

задаче об устойчивости пластины в сверхзвуковом потоке газа. **Киреев С.В.** *Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10.* Ульяновск: УлГТУ. 2014, с. 100-106. Рус.

Рассматривается задача об изгибных формах пластины-полосы в сверхзвуковом потоке газа. Приводится классификация линейных граничных условий, при которых возможна или невозможна бифуркация решений уравнения, описывающего изгибные формы пластины-полосы.

20.04-01.219 Исследование нестационарных течений с поверхностью раздела методом численного решения уравнений Навье—Стокса. **Алексюк А.И., Шкадов В.Я.** *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 3, с. 26-35. Рус.

Рассматриваются течения двух неперемешивающихся жидкостей с учетом капиллярных сил и силы тяжести. Движение жидкостей описывается в рамках модели вязкой несжимаемой жидкости в двумерной постановке. Уравнения Навье—Стокса численно решаются расширенным методом конечных элементов (extended finite element method), который допускает наличие сильных разрывов на поверхности раздела. Положение границы раздела отслеживается с помощью метода функции уровня (level set method). Такой подход позволяет исследовать течения с меняющейся топологией поверхности раздела. Приводятся результаты решения задач о всплытии "двумерного пузыря" о развитии неустойчивости Рэлея—Тейлора и о стекании пленки по вертикальной стенке в протяженной области.

20.04-01.220 Автоколебания, ответвляющиеся от нейтральной кривой в сверхзвуковом пограничном слое. **Гапонов С.А., Терехова Н.М.** *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 3, с. 36-44. Рус.

В рамках слабонелинейной теории устойчивости исследуется мягкое и жесткое порождение периодических колебаний в сверхзвуковом пограничном слое при умеренном ($M=2$) и высоком числах Маха ($M=5.35$). Модель включает эффекты самовоздействия, присущие течениям несжимаемой жидкости (порождение стационарных вторичных гармоник и генерацию возмущений двойных частот), а также появляющиеся только для сжимаемого газа кубические члены исходных колебаний. Изучение характера порождения периодических режимов вблизи нейтральной кривой в сжимаемых течениях полезно, так как оно может привести к новым результатам, необходимым для понимания закономерностей ламинарно-турбулентного перехо-

да.

20.04-01.221 О взаимодействии стационарных возмущений с волнами Толлмина—Шлихтинга в сверхзвуковом пограничном слое. **Гапонов С.А., Терехова Н.М.** *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 4, с. 3-10. Рус.

Изучается возможность управления нестационарными возмущениями, бегущими волнами Толлмина—Шлихтинга, стационарными продольными структурами. Исследования проведены для пограничного слоя на плоской пластине при числе Маха набегающего потока $M=2$. Рассмотрена возможность усиления и подавления роста этих волн полосчатыми стационарными структурами собственной задачи устойчивости сверхзвукового пограничного слоя. Задача решается в локально-параллельном приближении в рамках трехволнового резонансного взаимодействия. Волной накачки выступает стационарное почти полосчатое образование. Показано, что даже в устойчивой области под влиянием продольных структур имеет место нарастание волн Толлмина—Шлихтинга. Установлено, что при определенных условиях влияние стационарных возмущений на эти волны заметно и в неустойчивой области, найдены диапазоны чисел Рейнольдса, в которых стационарные возмущения подавляют бегущие волны.

20.04-01.222 Экспериментальные исследования управления трансзвуковым бафтингом на профиле крыла с помощью тангенциального выдува струи. **Абрамова К.А., Петров А.В., Потапчик А.В., Судачков В.Г.** *Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 4, с. 117-125. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований подавления отрыва потока, вызванного скачком уплотнения, и устранения аэродинамического бафтинга на трансзвуковых режимах с помощью тангенциального выдува струи на верхнюю поверхность сверхкритического профиля крыла. Экспериментальные исследования течения были проведены в аэродинамической трубе Т-112 ЦАГИ. Проведены сравнение и анализ результатов, полученных для базовой конфигурации и конфигураций с выдувом. Результаты исследования показали, что тангенциальный выдув струй подавляет отрыв потока, вызванный скачком уплотнения, увеличивает подъемную силу и отодвигает начало возникновения бафтинга.

См. также **20.04-01.208**

Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика

Акустические волны в многофазных средах

20.04-01.223 Анализ поверхностных волн в упругой среде с пористым насыщенным слоем. **Лебедев А.В.** *Известия вузов. Радиофизика.* 2019, 62, № 6, с. 469-489. Рус.

Исследовано распространение сейсмоакустических волн в трёхслойной среде, состоящей из однородного изотропного деформируемого твёрдого слоя, нагруженного на однородный пористый слой, насыщенный жидкостью. В свою очередь, пористый слой покрывает однородное изотропное твёрдое полупространство. Данная среда моделирует геологический разрез, в котором верхний слой грунта отделён от глубинных пород пористым слоем, содержащим значительное количество жидкости. Проведён анализ полученного дисперсионного уравнения и представлены его решения для важных с практической точки зрения случаев. Отмечены эффекты, обусловленные перемещением жидкой фазы относительно деформируемого твёрдого скелета при прохождении волны. Выявлены характерные особенности дисперсионных кривых и пространственного распределения полей мод, позволяющие не только устанавливать наличие под верхним слоем грунта насыщенного жидкостью пористого слоя, но и определять его мощность и глубину залегания.

Сейсмическое зондирование геологических структур

20.04-01.224 Оценки скорости движения геоблока при сейсмических колебаниях. **Каримов Ф.Х.** *Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2006, 49, № 1, с. 41-45. Рус.

Изучается динамика горных склонов в рамках геоблоковой модели. Исследована роль факторов, определяющих устойчивость и скольжение геоблоков в условиях действия высокочастотных сейсмических колебаний: амплитуды, частоты колебаний, коэффициента трения, угла откоса. Рассмотрено действие колебаний в плоскости скольжения — в горизонтальном направлении и вниз по склону.

Акустика в космологии и астрофизике

20.04-01.225 Ультракавитация, Sono Fusion, универсальная энергетика. **Хаврошкин О.Б., Самгарадзе Т.Г., Рухадзе А.А.** *Прикладная физика и математика.* 2016, № 2, с. 3-14. Рус.

Публикация относится к физической гидродинамике и физике плотной плазмы, а более конкретно к методам, системам

и процессам возбуждения и управления кавитацией для изучения эффектов запуска реакций нуклеосинтеза при кумуляции (схлопывании) в жидкости кавитационной полости. Настоящая работа рассматривает возможность не только изучить акустический (кавитационный) нуклеосинтез (Sono Fusion), но и вплотную подойти к созданию установки с положительным

балансом энергии. Необходимым и решающим промежуточным этапом при этом является создание технической базы, которая начинается с поиска оптимальных конструктивных решений. Этой проблеме в значительной степени посвящены разработки настоящего сообщения.

Акустическая экология; Шумы и вибрации

Шумы и вибрации в воздушной среде

20.04-01.226 Математическая модель вибрационно-го устройства с произвольным количеством упругих элементов. *Анжилов А.В., Вельмисов П.А., Семенов Е.П. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11.* Ульяновск: УлГТУ. 2017, с. 5-19. Рус.

Рассмотрена математическая модель устройства, относящегося к вибрационной технике, которое предназначено для интенсификации технологических процессов, например, процесса размешивания. Действие подобных устройств основано на колебаниях упругих элементов при обтекании их потоком газа или жидкости. Исследуется динамическая устойчивость n упругих элементов, расположенных внутри проточного канала, при протекании в нем дозвукового потока газа или жидкости (в мо-

дели идеальной сжимаемой среды). Определение устойчивости упругого тела соответствует концепции устойчивости динамических систем по Ляпунову. Модель описывается связанной системой дифференциальных уравнений в частных производных для неизвестных функций — потенциала скорости газа и деформаций упругих элементов. На основе построения функционала получены достаточные условия динамической устойчивости, налагающие ограничения на скорость однородного потока газа, изгибные жесткости упругих элементов и другие параметры механической системы.

См. также **20.04-01.211**

Биологические эффекты шумов и вибраций

См. **20.04-01.205, 20.04-01.206, 20.04-01.207**

Акустика помещений; Музыкальная акустика

Акустика пассажирских кабин

См. **20.04-01.213, 20.04-01.214**

Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

Компьютерная обработка результатов эксперимента

20.04-01.227 Спектры сейсмических колебаний на воздействие в виде заданной акселерограммы. *Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Каландарбеков И.И. Доклады академика наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 3-4, с. 151-156. Рус.

Разработаны алгоритмы и программы численного решения задач спектра реакций на воздействий в виде записей акселерограмм. Численным моделированием получены спектры реакций многомассовых систем. Исследуются спектры реакции на воздействие детерминировано-заданной акселерограммы, соответствующей 9-балльному землетрясению. В результате получены спектры перемещения, скорости и ускорения, а также внутренних усилий в динамической модели.

Компьютерный эксперимент и численное решение классических линейных задач

20.04-01.228 Спектральный анализ сейсмических колебаний. *Низомов Д.Н., Каландарбеков И., Ходжибоев А.А. Доклады академика наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 11, с. 1000-1016. Рус.

Разработаны алгоритмы и программы численного решения задач спектрального анализа сейсмических воздействий в виде записей акселерограмм. Численным моделированием получены спектры реакций и поэтажные спектры, а также проведен сравнительный анализ. Разработанный алгоритм реализован на конкретных примерах, и полученные результаты сопоставлены с известными решениями.

Компьютерный эксперимент и численное решение нелинейных задач

20.04-01.229 Некоторые особенности ультразвукового контроля объектов из чугуна с пластинчатым и шаровидным графитом с использованием прямых линейных преобразователей с фазированными решетками. *Данилов В.Н., Воронкова Л.В. Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 3, с. 4-19. Рус.

Проведено компьютерное моделирование акустических характеристик сигналов прямого линейного преобразователя с фазированной решеткой (ПФР) в чугуне с пластинчатым и шаровидным графитом, в процессе которого рассчитывалась форма акустических импульсов продольной волны, зависящая от пройденного волной расстояния и значения коэффициента затухания для различных моделей чугуна. К основным моделировавшимся характеристикам преобразователя относятся диаграмма направленности и изменение амплитуды сигнала вдоль акустической оси. Показано, что различие диаграмм направленности ПФР для чугуна с пластинчатым графитом разных моделей и стали обусловлено двумя факторами - существенно более низкими по сравнению со сталью скоростями продольных волн в чугуне и уменьшением в нем рабочей частоты вследствие затухания. При этом для чугуна с шаровидным графитом небольшое изменение ширины диаграмм обусловлено лишь меньшей скоростью продольных волн в чугуне по сравнению со сталью. Для чугуна с пластинчатым графитом модели 3 установлено явление нелинейного затухания, обусловленного понижением частоты максимума спектра сигнала при распространении продольной волны в чугуне с соответствующим уменьшением частотно-зависимого коэффициента затухания. Оценка нелинейности затухания для чугуна с шаровидным графитом показала, что она весьма мала. Установлено влияние на диа-

граммы направленности в чугуна расчета исходных задержек сигналов по скорости продольных волн в стали, убывающее с возрастанием расстояния фокусировки. Показано, что для чугуна с пластинчатым графитом возможны случаи, когда направленность излучения ПФР в чугун практически отсутствует.

См. также 20.04-01.57, 20.04-01.228

Численное решение обратных задач

См. 20.04-01.88, 20.04-01.89

Обработка акустических изображений

20.04-01.230 Локализация неподвижного источника звука с использованием некогерентного апертурного синтеза с одновременным подавлением помех. *Роди-*

онов А.А., Семенов В.Ю., Савельев Н.В., Коновалов К.С. Известия вузов. Радиофизика. 2019. 62, № 2, с. 126-135. Рус.

Рассматривается задача шумопеленгации покоящегося источника звука с использованием апертурного синтеза. При этом предполагается, что излучаемый источником сигнал является некогерентным во времени. Такой сценарий наиболее интересен с практической точки зрения, т. к. реальные источники имеют в основном непрерывный спектр излучения. Считалось, что на приёмную систему помимо шумов моря воздействует также помеха, вызванная работой механизмов внутри корабля-носителя (бортовая помеха), мощность которой значительно превышает мощность полезного сигнала. Представлены результаты апробации предложенных алгоритмов на данных численного и озёрного экспериментов. Было показано, что, в зависимости от длины и типа траектории корабля-носителя, достигаются различные точности измеренных координат покоящегося источника.

См. также 20.04-01.191

Акустика живых систем; Биологическая акустика

Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

20.04-01.231 Исследование метода контроля ультразвуковой кавитации при обработке биотканей. *Скворцов С.П., Юркевич П.Д., Соловьёв Д.А. Биомедицинская радиоэлектроника. 2019, № 7, с. 32-38. Рус.*

Постановка проблемы. Методы лечебного воздействия на биологические ткани при помощи низкочастотного ультразвука в хирургии и терапии основан на сочетанном действии лекарственных веществ и энергии низкочастотных ультразвуковых колебаний. Основным явлением, определяющим эффективность сочетанного действия ультразвука и лекарственного вещества, является кавитация. Одним из путей повышения эффективности методов ультразвуковой обработки является введение в биотехническую систему обратной связи, построенной на определении параметров кавитационной области в процессе воздействия. Большинство методов контроля параметров кавитации трудно реализуемы в условиях медицинского применения ультразвука, поэтому необходима разработка метода, позволяющего определять параметры пульсаций кавитационных пузырьков в реальном масштабе времени и использовать их для поддержания режима максимальной эффективности кавитации. Цель – исследование возможности использования метода оптического зондирования кавитационной области для поддержания максимальной эффективности кавитации. Результаты. Выполнено численное моделирование коэффициента светопропускания кавитационной области на основе приближения Тверского теории многократного светорассеяния. При расчетах использована типовая ширина диаграммы направленности

фотоприемника 10 град. Спектр сигнала фотоприемника содержит основную частоту, определяемую временем жизни пузырьков, которое, в свою очередь, определяет амплитуду ударной волны и степень выраженности эффектов кавитации. Экспериментальные исследования проводились для нахождения максимума эффективности кавитации в зависимости от амплитуды колебаний ультразвукового излучателя. Эффективность кавитации оценивалась по эрозии алюминиевой фольги. Полученные данные сопоставлялись с рассчитанными зависимостями субгармоник оптического сигнала от амплитуды ультразвукового инструмента. Показано, что максимуму скорости разрушения фольги соответствует спадающий участок зависимости амплитуды субгармоники сигнала фотоприемника на частоте 1/2 от частоты ультразвука и нарастающий участок на зависимости амплитуды субгармоники на частоте 1/3 от частоты ультразвука, где обе зависимости минимальны. Практическая значимость. В результате проведенных исследований определен критерий нахождения максимальной эффективности кавитации на основе регистрации и анализа рассеянного оптического сигнала, позволяющий реализовать автоматическую подстройку амплитуды колебаний излучателя. Полученный критерий может применяться в ультразвуковых аппаратах для хирургии и терапии.

См. также 20.04-01.166

Применение ультразвука, физические основы акустических методов и приборов для биологии и медицины

См. 20.04-01.53

Физические основы технической акустики

Устройства для генерации, репродукции, приема акустических сигналов

20.04-01.232 Лазерно-ультразвуковой метод измерения акустического импеданса для определения пористости перекрестно-армированных углепластиков. *Сokolовская Ю.Г., Подымова Н.Б., Карabutов А.А. Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 3, с. 56-63. Рус.*

Предложена и экспериментально реализована методика измерения акустического импеданса углепластиков, основанная на использовании лазерного источника ультразвука. Приведена методика определения пористости материала по измеренной величине акустического импеданса. Исследованы пористые об-

разцы перекрестно-армированных углепластиков с тремя схемами укладки углеродных волокон. Обнаружено, что исследованные углепластики обладают неоднородным распределением локальной пористости в плоскости укладки углеродной ткани. Показано совпадение величины пористости, полученной рентгеновской компьютерной томографией, с результатами лазерно-ультразвуковых измерений.

Акустические измерения и аппаратура

20.04-01.233 Термозвукометрия монокристалла пентагидрата меди и таблетированного порошка карбоната аммония на двухканальной акустико-эмиссионной системе PCI-2 компании PASC. *Сажиев С.Н., Расу-*

лов С.Н., Лакаев А., Чориев Ф. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2006. 49, № 3, с. 239-243. Рус.

In the given paper, the kinetics of an acoustic emission (AE) was investigated at decomposition of monocrystals of pentahydrate of copper (PHC) and its model - tablets from a powder of ammonium carbonate (AK), having utilized instrumentation of the last generation — Acoustic emission double-channel system PCI-2 companies PAC (Physical Acoustics Corporation). In both cases the intensity AE is stipulated by velocity of a germinating and propagation of micro-cracks in samples PHC and AK, but the process AE in them goes variously, that is stipulated by topochemical character of decomposition of monocrystals PHC as against tablets of powder AK. It is shown, that AE the method has a major perspective at study of a kinetics of decomposition both crystalline, and powdery materials. The major selfdescriptiveness of a method AE was marked at study of topochemical reactions, where the identification of simple acoustic signals, will help with further to locate and stage thermodestruction of a crystal.

20.04-01.234 Акустическая эмиссия при термическом разложении монокристаллов и порошков. Сакиев С.Н., Расулов С.Н., Лакаев А., Чориев Ф.С. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2006. 49, № 6, с. 521-526. Рус.

At the given paper, kinetics of an acoustic emission (AE) was investigated in decomposition of monocrystals of pentahydrate copper (PHC) and model of tablets from the powder of ammonium carbonate (AK), by using equipments of last generation - two-channel Acoustic emission system PCI-2 PAC (Physical Acoustics Corporation). In both cases the intensity AE is stipulated by velocity of the germ and propagation of micro-cracks in samples PHC and AK, but the process AE in both of them flows variously, that is stipulated by topochemical character of decomposition of monocrystals PHC as against tablets of powder AK. It is shown, that AE method has a major perspective for study of the kinetics of decomposition both crystalline, and powdery materials. The major self descriptiveness of method AE were marked at study of topochemical reactions, where the identification of simple acoustic signals, will help with further to locate and stage thermodestruction of crystal.

20.04-01.235 Опыт применения дефектоскопа A1550 IntroVisor при контроле нестандартного сварного соединения. Мелешко Н.В., Газизова Г.Г., Абраменко Д.Н., Марьян М.А., Коннова Е.С. В мире неразрушающего контроля. 2020. 23, № 4, с. 54-58. Рус.

Выполнены исследования с целью определения возможности измерения фактических, не эквивалентных, размеров отражателей при ультразвуковом контроле сварных соединений дефектоскопом A1550 IntroVisor.

20.04-01.236 Измерение толщины защитно-декоративных покрытий на бетонных основаниях. Булатов А.С., Попов А.А. Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 5, с. 46-50. Рус.

Представлены факторы, влияющие на проведение ультразвукового контроля толщины покрытия на бетоне, структура и конструкция преобразователя, используемого для решения этой задачи. Рассмотрены особенности организации процесса измерения, варианты создания эталонных образцов для настройки и проверки применяемых ультразвуковых толщиномеров. Приведены результаты измерения толщины полиуретанового покрытия на бетоне, полученные на приборе «Булат 3», при использовании специализированного преобразователя.

20.04-01.237 Влияние акустико-электронного канала на параметры импульса акустической эмиссии. Сазионов А.А., Шелобков В.И., Иванов В.И. Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 6, с. 14-22. Рус.

Рассматривается влияние канала распространения сигналов акустической эмиссии (АЭ) на параметры этих сигналов, по которым судят о состоянии объекта. Показано, что акустический канал, включающий контролируемый объект и преобразователь акустической эмиссии, оказывает существенное влияние на параметры сигналов АЭ. Это необходимо учитывать как при интерпретации сигналов, так и при калибровке пре-

образователей акустической эмиссии. Приведены конкретные примеры деградации параметров сигналов АЭ при прохождении акустико-электронных каналов.

20.04-01.238 Аналитический метод моделирования сигналов акустической эмиссии в тонкостенных объектах. Барат В.А., Терентьев Д.А., Бардаков В.В., Елизаров С.В. Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 6, с. 23-29. Рус.

Для эффективного обнаружения импульсов акустической эмиссии (АЭ) на фоне шумов, правильной оценки параметров АЭ и увеличения точности локализации дефекта необходимо при обработке данных учитывать форму импульса АЭ. Результаты многочисленных исследований показали, что форма импульса АЭ зависит в основном от свойств волнового тракта — пути, по которому сигнал распространяется от источника до первичного преобразователя. В данной работе рассматривается эффективный аналитический метод моделирования сигналов АЭ, позволяющий получить сигналы, обладающие по форме огибающей и частотному заполнению всеми характерными особенностями реальных сигналов. На основании полученных результатов проведена оценка параметров импульса АЭ при различных характеристиках волнового тракта, а также сопоставление параметров импульсов АЭ и помех.

20.04-01.239 Акустический экспресс-способ измерения упругих констант металла высоконагруженных конструкций, работающих в экстремальных условиях. Часть I. Проблемы эксплуатации авиационных и космических систем. Бобров В.Т., Бобренко В.М., Гульшин А.В. Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 6, с. 46-63. Рус.

Обзор нештатных ситуаций, связанных с отказами потенциально опасного оборудования авиационного и ракетно-космического комплексов, показал, что они приводят к взрывам, пожарам, гибели людей и разрушению инфраструктуры. Причиной аварий и катастроф являются ошибки в выборе технических решений и материалов при проектировании, несовершенство алгоритмов и программного обеспечения систем управления полетом самолетов, сбоя в работе бортовых компьютеров и систем безопасности, навигационных систем, отказ двигателей, дефекты узлов и агрегатов. Показано, что слабо используются современные достижения в исследованиях и разработке физических методов и средств диагностики упругих констант работающих под высоким давлением металлов, их изменений в условиях широких перепадов температур, космического вакуума, вибраций и других воздействий. Предлагается объединение усилий с учеными и специалистами в области прочности, оценки ресурса и безопасности эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники.

20.04-01.240 Закономерности акустической эмиссии каменной соли при различных скоростях одноосного деформирования и температурном воздействии. Шкурятник В.Л., Кравченко О.С., Филимонов Ю.Л. Прикладная механика и техническая физика. 2020. 61, № 3, с. 190-197. Рус.

Проведены измерения активности акустической эмиссии, продольных и объемных деформаций в образцах каменной соли, подвергаемых одноосному механическому нагружению с постоянной скоростью деформирования и термическому воздействию. Проанализированы особенности акустической эмиссии при деформировании при различных термобарических условиях эксперимента. Показано, что в отличие от параметров деформации изменение активности акустической эмиссии на границах указанных стадий имеет немонотонный характер, а также особенности, позволяющие достаточно точно определять каждую стадию и оценивать упругие и прочностные свойства каменной соли.

См. также **20.04-01.232**

Медицинский ультразвук, медицинские приборы

20.04-01.241 Результаты натуральных экспериментов

по согласованной со средой обработке сигналов в мелководной акватории. *Вакар В.И., Вакар Р.В., Коновалов В.Е., Попович В.В., Чиров Д.В. Морская радиоэлектроника*. 2019, № 4, с. 40-45. Рус.

Приводятся данные об условиях проведения натуральных экспериментов АО «СПИИРАН-НТБВТ» по согласованной со средой обработке сигналов в мелководной акватории Балаклавской бухты 03—09.08.2019 г. Обсуждаются результаты обработки записей акустических сигналов морских объектов, полученных в ходе натуральных экспериментов с двухэлементной вертикальной приемной антенной, реализованной на основе расчета передаточной функции подводного волновода в условиях двумерно-неоднородной среды, обеспечиваемого программным комплексом SonarMFP. Результаты натуральных экспериментов подтверждают работоспособность оборудования и программного обеспечения АО «СПИИРАН-НТБВТ» при практическом решении задач согласованной со средой обработки.

Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

20.04-01.242 Определение нагрузки, вызывающей появление пластической деформации в растягиваемой пластине с трещиной. *Васильев В.В., Лурье С.А., Садов В.А. Механика твердого тела*. 2020, № 4, с. 43-49. Рус.

Рассматривается задача о растяжении пластины с центральной или боковой трещиной. Полученное ранее решение, определяющее напряжения в пластине в окрестности центральной трещины, используется для предсказания нагрузки, при которой в пластине с боковой трещиной появляется пластическая деформация. В качестве критерия пластичности используется условие Мизеса. Результаты расчета сопоставляются с экспериментом, проведенном на пластинах из алюминиевого сплава, латуни и стали.

20.04-01.243 Идентификация поперечных трещин в стержне по собственным частотам поперечных колебаний. *Лебедев И.М., Шифрин Е.И. Механика твердого тела*. 2020, № 4, с. 50-70. Рус.

Рассматривается задача идентификации множественных трещин в стержне по собственным частотам поперечных колебаний. Трещины моделируются невесомыми пружинами, работающими на поворот. Доказано, что трещины могут быть однозначно идентифицированы с помощью трех спектров, соответствующих трем различным типам краевых условий. Разработан численный метод оценки повреждений, вносимых трещинами. Метод основан на минимизации целевой функции, построенной с учетом трех спектров. Теоретически, реконструкция трещин возможна с помощью нескольких, различных троек спектров. В статье, на различных примерах, с помощью разработанного численного метода, проведен сравнительный анализ эффективности использования различных, теоретически допустимых троек спектров.

20.04-01.244 Измерение пространственного распределения механических напряжений в ультразвуковых волноводных системах с помощью датчиков на основе эффекта Виллари. *Степаненко Д.А., Богданчук К.А., Минченя В.Т. Приборы и методы измерений*. 2013, 4, № 1, с. 72-78. Рус.

Рассмотрены вопросы проектирования, изготовления и применения датчиков для измерения механических напряжений в ультразвуковых волноводных системах, основанных на эффекте Виллари и обеспечивающих при измерениях пространственное разрешение. Приводятся результаты экспериментальных исследований пространственного распределения параметров колебаний в волноводных системах для ультразвукового тромбозиса. Описаны методика калибровки и потенциальные возможности применения датчиков.

20.04-01.245 Контроль структурного состояния сталей с помощью акустических шумов. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Дедов А.И., Байтеряков А.В. Приборы и методы измерений*. 2014, 5, № 2, с. 60-66. Рус.

Для определения структурного состояния металла в качестве

информативного параметра предложены акустические структурные шумы. Представлены экспериментальные результаты использования акустических шумов для структуроскопии углеродистых и трубных сталей, подвергнутых термической обработке, коррозионному воздействию и растягивающим нагрузкам. Рассмотрено влияние размера зерна, наводороживания, растягивающей нагрузки на уровень акустических структурных шумов.

20.04-01.246 Прибор и методики измерения акустической анизотропии и остаточных напряжений металла магистральных газопроводов. *Волкова Л.В., Муравьева О.В., Муравьев В.В., Булдакова И.В. Приборы и методы измерений*. 2019, 10, № 1, с. 42-52. Рус.

Одним из основных условий безопасной эксплуатации магистральных газопроводов является использование неразрушающих методов контроля, что особенно актуально при решении задач ранней оперативной диагностики материала труб. Цель работы — разработка методик акустической оценки напряженно-деформированного состояния, упругих модулей и анизотропии свойств материала трубопровода и исследование этих характеристик в вырезках магистральных трубопроводов с использованием прибора на основе бесконтактных электромагнитно-акустических преобразователей. Методики реализуются с использованием структуроскопа СЭМА и бесконтактных преобразователей. В качестве объекта исследования используются вырезки магистральных газопроводов с кольцевыми сварными швами, с коррозионным растрескиванием под напряжением и без видимых повреждений. Методика определения плоского напряженно-деформированного состояния элементов трубопровода основана на явлении акустоупругости. Методика определения упругих характеристик материалов и анизотропии их свойств основана на связи скоростей ультразвуковых волн с упругими свойствами среды. Методики реализуются за счет прозвучивания образца с использованием продольной волны и двух сдвиговых волн с взаимно перпендикулярными поляризациями, совпадающими с главными напряжениями. Показано, что распределение напряженного состояния является неравномерным, что обусловлено особенностями образцов. Анизотропия свойств большинства образцов находится в диапазоне 12—14% по модулю сдвига, 9—10% по модулю Юнга, 13—15% по коэффициенту Пуассона. Для образцов с коррозионным растрескиванием под напряжением наблюдается резкое уменьшение коэффициента анизотропии, что позволяет использовать указанные характеристики в качестве информативных параметров при выявлении коррозионного растрескивания под напряжением. Особенностью предложенных методик является высокая точность, обусловленная отсутствием необходимости определения плотности материала и прецизионного измерения его толщины, погрешность измерения которых известными методами значительна.

20.04-01.247 Анализ детектора огибающей устройства ослабления акустической обратной связи. *Галиев А.Л., Галиева Р.Г., Шихжина А.Ф. Прикладная физика и математика*. 2014, № 4, с. 20-23. Рус.

Приведен анализ качественных характеристик детектора огибающей, используемого в устройствах ослабления акустической обратной связи с компандированием огибающей речевого сигнала. Детектор выполнен на операционном усилителе по схеме однополупериодного выпрямителя, что позволяет реализовать линейную детекторную характеристику в широком диапазоне амплитуд сигнала. Для получения аналитических выражений, достаточно точно описывающих работу детектора, используется аппроксимация детекторной характеристики, которая удовлетворяет большинству типов полупроводниковых диодов. При этом речевой сигнал в устройстве рассматривается как амплитудно-модулированный. Анализ математической модели и экспериментальные исследования работы детектора показали, что его включение в схему вызывает сдвиг фазы огибающей, диапазон которого не превышает одно-двух периодов частоты речевого сигнала. Малое смещение не снижает качество и разборчивость речи, но проявляется в виде нелинейных искажений синтезированного сигнала.

20.04-01.248 Исследование особенностей разрушения цементного камня и керамзитобетона методом аку-

стической эмиссии. *Абдуманов А., Азимов Ш.Ш., Валиев Р.М., Петухов В.Н., Абдуманов Ф.А., Лакаев А. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2010. 53, № 5, с. 353-357. Рус.

Проведен анализ данных акустической эмиссии, полученных при активном механическом нагружении трехточечным изгибом вплоть до разрушения модельных образцов из цементного камня и керамзитобетона. Акустическая эмиссия в основном вызвана трещинообразованием в процессе разрушения образцов. Различия в кинетике акустической эмиссии для исходных образцов и прошедших термоциклирование указывают на то, что циклическая термическая обработка повышает вязкость разрушения материала.

20.04-01.249 Метод акустической диагностики параметров трения металлов. *Баранов А.В., Тарасевич С.В. Ползуновский альманах.* 2019, № 3, с. 58-62. Рус.

Рассмотрен вопрос диагностики состояния трущихся поверхностей кинематических пар методом ультразвуковой акустической эмиссии. Показано, что состояние дискретных пятен контакта может быть оценено величинами параметров акустического излучения, что открывает возможность оперативного информативного контроля процесса приработки и диагностики состояния контакта трибосопрежений.

20.04-01.250 Оценка качества изготовления изделий из деформируемых материалов с использованием ультразвука. *Зубцов В.И., Парфенова Л.М., Тромбицкий Е.А. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.* 2020, № 5, с. 23-25. Рус.

Способ контроля кинетики пропитки жидкостью пористого материала позволяет с высокой информативностью определять скорость сорбции влаги материалами, а по кинетике пропитки материалов делать оценку качества изготовления изделий из них. Приведены схема ультразвукового преобразователя контроля кинетики пропитки и описание принципа его работы.

20.04-01.251 Обнаружение и определение положения трещины в пластине нелинейно-модуляционным методом с использованием волн Лэмба. *Казаков В.В. Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 7, с. 555-565. Рус.

Экспериментально исследованы особенности обнаружения одиночной трещины в пластине нелинейным акустическим модуляционным методом при условии, что одиночные дефекты (трещина, полость) расположены между ультразвуковым излучателем низкочастотных (десятки килогерц) импульсов волн Лэмба и ультразвуковым преобразователем высокочастотных (единицы мегагерц) импульсов. Показано, что, используя модуляционные характеристики дефекта последовательно фазоинвертированных волн Лэмба, по уровню модуляции отражённой от него высокочастотной волны можно определить его тип (трещина или полость). Пошагово перестраивая область взаимодействия низкочастотной и высокочастотной волн путём изменения задержки между их излучением, можно выборочно исследовать нелинейные акустические характеристики дефектов, последовательно расположенных по трассе локации. На основе полученных результатов создан комбинированный датчик, позволяющий одновременно локализовать дефект и модулировать его характеристики в заранее заданной области и пригодный для перемещения по поверхности пластины рукой с целью поиска скрытых трещин.

20.04-01.252 Современное оборудование для ультразвукового контроля сварных соединений. *Ефимов И.М. В мире неразрушающего контроля.* 2020. 23, № 3, с. 36-40. Рус.

Оптимальное решение для УЗК объектов нефтегазового комплекса состоит в использовании механизированных и автоматизированных систем контроля. Современная схемотехника позволяет реализовать в дефектоскопах широкий функционал для работы с преобразователями на фазированных решетках. Это позволяет использовать любые классические методики и получать результаты в наглядном для оператора виде. Современные системы АУЗК, оснащенные стандартными, ФР и TOFD преобразователями, позволяют определять условные параметры дефектов сварных соединений толщиной до 420 мм с толщиной стенки до 40 мм. Оптический энкодер обеспечивает с

шагом от 0,5 мм запись результатов слежения за акустическим контактом при скорости контроля до 3 м/мин. Это позволяет построить С-скан с высоким разрешением и точным определением координат дефектов. Для контроля основного металла был разработан сканер-дефектоскоп УСД-60-8К-А, позволяющий одновременно прозвучивать сечение продольного сварного шва и основного металла трубы.

20.04-01.253 История ультразвука: взгляд в тишину, чтобы услышать невидимое. *Грудский М.Я. В мире неразрушающего контроля.* 2020. 23, № 3, с. 42-45. Рус.

История ультразвука — это часть истории акустики. В обзоре отражены основные этапы развития акустики с древнейших времён от открытия Пифагором зависимости между высотой тона и длиной натянутой струны через формирование во второй половине XIX века теоретических основ современной акустики Гельмгольцем и лордом Рэлеем до изобретения в 1928 г. ультразвукового дефектоскопа С.Я. Соколова. Особое внимание уделено опытам Л. Спалланцани, который 200 лет тому назад пришёл к выводу, что у летучих мышей орган слуха выполняет те же функции, что и орган зрения.

20.04-01.254 Полноматричный захват и метод полной фокусировки: следующий этап развития ультразвукового контроля. *Колдер А. В мире неразрушающего контроля.* 2020. 23, № 4, с. 33-37. Рус.

Полноматричный захват и метод полной фокусировки рассматриваются многими экспертами в области неразрушающего контроля как следующее крупное усовершенствование для ультразвукового контроля с использованием фазированных решёток. В статье представлены некоторые преимущества новых технологий по сравнению с возможностями обычного ультразвукового контроля с фазированными решётками.

20.04-01.255 Анализ процесса плавки металла в вакуумно-дуговой печи с помощью ультразвуковых волн. *Вершицкий И.М., Самокрутов А.А., Шевальдин В.Г., Кононов С.А. Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 3, с. 22-29. Рус.

Изложено применение ультразвукового эхоимпульсного метода неразрушающего контроля для измерения высоты кристаллизующегося слитка и глубины ванны жидкого металла в вакуумной электропечи в процессе плавки. Выполнен эксперимент, показавший эффективность предложенного решения. Полученная информация может использоваться для управления процессом плавки в аналогичных печах.

20.04-01.256 Анализ использования ультразвуковых методов контроля в рамках коррозионного мониторинга за внутренней коррозией на объектах добычи газа в присутствии диоксида углерода. *Запелалов Д.Н., Вагапов Р.К. Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 3, с. 30-35. Рус.

Проведен анализ применения ультразвуковых (УЗ) методов контроля как части коррозионного мониторинга за внутренней коррозией на объектах добычи газа в присутствии коррозионно-агрессивных компонентов. Ультразвуковая толщинометрия широко применяется как неинтрузивный метод контроля за внутренней коррозией и выявления коррозионных дефектов на перспективных газовых месторождениях. В условиях коррозии в присутствии диоксида углерода УЗ-методы измерения толщины металла имеют определенные ограничения, связанные с непредсказуемым локальным характером углекислотной коррозии, которые следует учитывать при использовании на газовых объектах.

20.04-01.257 Ультразвуковой контроль с применением преобразователей с фазированной решеткой. Базовые принципы. Часть 1. Технология фазированных решеток, терминология и стандартизация. *Панков В.В., Померанцев Д.С. Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 3, с. 38-43. Рус.

Рассмотрены актуальные вопросы стандартизации в Российской Федерации в области ультразвукового контроля с применением фазированной решетки. Разобраны базовые принципы работы классической технологии фазированных решеток.

20.04-01.258 Определение упругих модулей матери-

алов при поверхностном прозвучивании. Козлов А.В. *Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 3, с. 44-53. Рус.

Рассматривается метод определения упругих модулей материалов посредством измерения скоростей продольных и поперечных волн при поверхностном прозвучивании с помощью пары ультразвуковых низкочастотных пьезоэлектрических преобразователей с сухим точечным контактом. Определяются факторы, влияющие на точность таких измерений, проводится сравнение результатов экспериментальных измерений модуля Юнга и коэффициента Пуассона с табличными данными для различных пластиков и стальных образцов.

20.04-01.259 Неразрушающий контроль в управлении старением металла оборудования и трубопроводов атомных станций. Обзор. Ушаков В.М., Евтушенко С.Г., Жукот А.Д., Юречко А.С. *Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 5, с. 6-18. Рус.

Рассмотрены подходы и технологии оценки факторов, влияющих на свойства металла при эксплуатации оборудования и трубопроводов АЭС, среди которых наиболее показательными являются напряженно-деформированное состояние, температура и электрохимические воздействия. Применительно к ним показана необходимость управления старением металла теплоносителей. В рамках решения этой задачи приведен обзор методов неразрушающего контроля, физические параметры которых имеют взаимосвязь с характеристиками, определяющими степень деградации металла в рамках управления старением. Показано, что использование методов неразрушающего контроля является перспективным направлением по управлению старением в качестве средства оценки степени деградации металла. Для этого наиболее целесообразно применение акустического метода, основанного на анализе структурного реверберационного шума, и электрического метода способом контактной потенциометрии.

20.04-01.260 Выявление непрочностей и расслоений в многослойных конструкциях акустико-топографическим методом. Мурашов В.В. *Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 5, с. 20-27. Рус.

Рассмотрены физические основы акустико-топографического метода дефектоскопии многослойных конструкций. Разработана и смонтирована установка для реализации акустико-топографического метода в двух вариантах - с магнитоэлектрическим возбудителем и с электромагнитным (ударным) возбудителем. Экспериментальными исследованиями установлено, что при контроле акустико-топографическим методом паяных и сварных конструкций чувствительность контроля существенно (в 2-3 раза) выше, чем при контроле другими методами дефектоскопии. Установлено также, что зона контроля многослойных клееных конструкций значительно меньше, чем при контроле паяных и сварных конструкций. Показано, что наибольшая толщина верхнего листа конструкции, при которой еще возможен контроль акустико-топографическим методом с достаточной чувствительностью, равна примерно 1 мм, при контроле конструкций с толщиной верхнего листа свыше 1 мм возбуждение упругих колебаний целесообразно проводить ударным способом. В некоторых случаях необходим повторный контроль с изменением точки ввода ультразвуковых колебаний для уточнения картины распределения порошка вблизи первоначальной точки ввода колебаний.

20.04-01.261 Использование локального спектра собственных колебаний для контроля напряженного состояния неметаллических элементов конструкций. Коновалов А.М., Кузнецов В.И., Худяков С.С., Янчевич А.И. *Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 5, с. 40-45. Рус.

Предлагается метод, основанный на выделении из общего спектра частот собственных колебаний детали, специально выбранных локализованных форм колебаний, посредством которых осуществляется неразрушающий контроль напряженного состояния в различных точках детали. Локализация спектра частот достигается применением специальных преобразователей колебаний, имеющих регулируемый механический фильтр на входе, до пьезоэлектрической пластины. Изменение напряжения в точках детали фиксируется перераспределением энер-

гии между локализованными формами собственных колебаний. Фиксируемое перераспределение энергии между формами колебаний происходит в результате сдвига частот собственных колебаний детали при изменении напряжения относительно частоты собственных колебаний штока преобразователя и суммирования их амплитуд. Представлены полученные экспериментально результаты контроля изменения локального напряженного состояния в двух характерных точках квадратной пластины, изготовленной из сферопластика. Первая точка располагалась на периметре пластины, вторая — в центре.

20.04-01.262 Методика браковки дефектов в образцах из углепластика по параметрам сигналов акустической эмиссии при статическом и тепловом нагружении. Степанова Л.Н., Чернова В.В., Кабанов С.И. *Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 6, с. 4-13. Рус.

Предложена методика браковки дефектов в образцах из углепластика Т 800, нагружаемых статической растягивающей нагрузкой через интервал $\Delta P=10$ кН до полного разрушения. Одна часть образцов нагружалась при температуре 20°C, а другая часть подвергалась одновременному статическому нагружению и нагреву до температуры 100°C. Образцы из углепластика с размерами 600×100×0,9 мм были выполнены по автоклавной и вакуумной технологиям при температурах 80; 135; 180°C. Контроль за процессом разрушения образцов осуществлялся методом акустической эмиссии (АЭ). Для выполнения браковки дефектов использовались информативные параметры сигналов АЭ (структурный коэффициент и медиана амплитуды сигналов). Критическому разрушению, связанному с разрывом волокон в композите, соответствовали сигналы АЭ со значением структурного коэффициента меньше порогового и значением медианы амплитуд больше порогового.

20.04-01.263 Контроль состояния изоляции силовых трансформаторов методом акустической эмиссии. Бардаков В.В., Елизаров С.В., Барат В.А., Харебов В.Г., Медведев К.А. *Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 6, с. 40-44. Рус.

Представлены результаты работ по контролю изоляции силовых трансформаторов на наличие дефектов изоляции, сопровождающихся возникновением частичных разрядов, методом акустической эмиссии. В частности, проведен контроль двух силовых трансформаторов, бездефектного и с дефектом обмотки изоляции. По результатам проводимых работ выделены характерные особенности акустико-эмиссионных данных для силовых трансформаторов при наличии частичных разрядов. Предложен способ фильтрации шумовых импульсов и выделения импульсов акустической эмиссии, соответствующих частичным разрядам. На основании алгоритма объемной локализации определено местоположение дефекта изоляции, приводившего к возникновению частичных разрядов в объеме бака силового трансформатора, методом акустической эмиссии. Наличие дефекта изоляции подтверждено по результатам верификации.

20.04-01.264 Об ультразвуковом контроле толщины плазменной наплавки из медно-никелевого сплава на стальной цилиндрической поверхности. Углов А.Л., Хлыбов А.А., Колесников М.В., Быстрокова Т.В., Бычков А.Л. *Вестник Ижевского гос. техн. ун-та.* 2019. 22, № 3, с. DOI: 10.22213/2413-1172-2019-3-3-10. Рус.

Известно, что для улучшения эксплуатационных характеристик металлических изделий широко применяются наплавки, в частности плазменные. В работе исследовалась плазменная наплавка из медно-никелевого сплава, нанесенная на стальную цилиндрическую поверхность. К наплавкам предъявляются повышенные требования: стабильность толщины покрытия, отсутствие макроскопических дефектов в виде трещин и непроваров как в толще наплавки, так и в зоне сплавления. Учитывая, что акустические свойства медно-никелевой наплавки и основного металла близки по своим характеристикам, обеспечить контроль качества наплавки существующими методиками (на базе акустических методов) достаточно сложно, особенно в условиях массового производства. В связи с этим возникает необходимость дальнейшего развития существующих методов и методик контроля толщины наплавки, акустические свойства которых близки к свойствам основного металла. Для решения

данной проблемы были проведены исследования, которые показали, что можно использовать наклонный преобразователь поперечных волн с углом ввода, обеспечивающим контроль заданной толщины покрытия с погрешностью 0,02 мм. Экспериментальные данные, полученные акустическим методом, подтверждены результатами химического травления. Также по результатам этих исследований предложен автоматический контроль толщины покрытия с выводом результатов контроля в базу данных и на экран монитора.

20.04-01.265 Разработка ультразвукового метода контроля качества смазочно-охлаждающей жидкости в металлообработке стали. *Аль Умари И.Х.А., Фазлыяжматов М.Г., Саиткулов В.Г. Вестник Казанского гос. технич. ун-та им. А. Н. Туполева.* 2019. 75, № 4, с. 54-57. Рус.

Рассмотрен метод ультразвукового исследования содержания примесных частиц в смазочно-охлаждающей жидкости, подаваемой в контактную зону шлифования стали 14ХГС и 18Г2АФпс. Для реализации метода создана экспериментальная установка. Выполнены исследования шлифованием поверхности металла, проведен анализ зависимости шероховатости поверхности R_z от концентрации примесей.

См. также 20.04-01.124, 20.04-01.125, 20.04-01.235

Акустические методы обработки материалов и изделий

20.04-01.266 Совершенствование процесса выделения пектина путем гидратации сырья в ультразвуковом поле. *Алексеев Г.В., Пальчиков А.Н., Нестеренко И.Г. Ползуновский вестник.* 2019, № 3, с. 52-55. Рус.

Современные пищевые производства озабочены производством продуктов питания максимальной пищевой и биологической ценности с минимальной дополнительной нагрузкой на окружающую среду, ведущей к ухудшению экологической обстановки. Наилучшим выходом из такой ситуации является утилизация вторичного пищевого сырья, остающегося от основного производства, с получением дополнительного количества пищевых ингредиентов, например пектина или инулина. Реализация такой технологической цепочки часто связана с расходом дополнительной энергии, что зачастую сводит на нет дополнительно получаемую выгоду от вторичной переработки пищевого сырья. Описываемая ситуация ставит задачу поиска новых технологических приемов и оборудования либо для снижения получаемого вторичного сырья, либо для малоэнергоёмкой его переработки. Одной из наиболее ответственных операций при производстве пищевых волокон из вторичного сырья является его гидратация. Степень извлечения полезных ингредиентов из перерабатываемой массы часто является определяющей для оценки общей эффективности процесса. Наиболее широко распространенные кислотные методы предполагают воздействие на сырье сильных кислот, что может негативно сказаться на качестве вырабатываемых пектина или инулина и требуют дополнительных мер по нейтрализации полученных суспензий. Рядом исследователей изучались альтернативные способы эффективной гидратации вторичного пищевого сырья, в частности с использованием физических полей различной природы.

Акустические технологии в промышленности

20.04-01.267 Математическое моделирование и разработка энергоэффективных способов конвективной сушки с применением ультразвука. *Корныльев М.Г. Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11.* Ульяновск: УлГТУ. 2017, с. 160-166. Рус.

Стадия сушки является наиболее энергоёмкой и ответственной в производстве керамического кирпича. Оптимизация технологических параметров является одним из способов реализации на стадии сушки значительного потенциала энергосбережения. Проведенное исследование позволило обосновать применение методов математического моделирования тепловлажностного состояния капиллярно-пористого тела в процессе конвек-

тивной сушки с применением ультразвука. Установлено, что наложение ультразвука в процессе конвективной сушки сокращает ее продолжительность на 30—40%. Результаты исследования будут использованы для разработки новых энергоэффективных технологий сушки и совершенствования существующих.

20.04-01.268 Численное решение задач по расчету зданий с учетом динамического гасителя колебаний. *Низомов Д.Н., Каландарбеков И. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2010. 53, № 6, с. 460-467. Рус.

Исследуются сейсмические колебания многоэтажных зданий с учетом влияния динамического гасителя колебаний. Разработан алгоритм и получены результаты численного решения дифференциальных уравнений сейсмических колебаний много-массовой системы.

20.04-01.269 Решение динамических задач с учетом гасителя колебаний. *Низомов Д.Н., Каландарбеков И. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2011. 54, № 8, с. 643-648. Рус.

Рассматривается алгоритм решения задач на основе метода сосредоточенных деформаций, позволяющий исследовать нестационарные колебания зданий с учётом динамического гасителя, податливости реальных швов и основания.

20.04-01.270 Исследование динамических параметров модели здания при гармоническом колебании основания. *Низомов Д.Н., Каландарбеков И.И., Каландарбеков И.К. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2018. 61, № 11-12, с. 853-861. Рус.

Рассматривается численное решение динамической задачи «платформа—модель здания». Получены результаты численного решения тестовой задачи. Разработана компьютерная программа и получены результаты численного моделирования системы «платформа—модель здания». Приводится также алгоритм расчета методом разложения по собственным формам.

20.04-01.271 Применение технологии TOFD в разработках ООО «НПЦ «ЭХО+». *Вазулин А.Е., Бутцов А.В., Тихонов Д.С., Ромашкин С.В., Заушицын А.В. Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 5, с. 28-37. Рус.

С момента создания ООО «НПЦ «ЭХО+» особое внимание уделялось методам ультразвукового контроля, обеспечивающим визуализацию изображений дефектов и измерение их размеров. Дифракционные методы за счет своей высокой чувствительности и высокой точности во многих случаях позволяют решить задачу выявления, классификации и определения параметров дефектов. Приведен обзор возможностей оборудования и программного обеспечения, разработанного ООО «НПЦ «ЭХО+» в целях реализации технологии TOFD.

См. также 20.04-01.167, 20.04-01.226, 20.04-01.266

Акустический мониторинг технологических процессов

См. 20.04-01.246

Акустическая метрология и калибровка

20.04-01.272 Об утверждении типов средств измерений. *Мир измерений.* 2020, № 1, с. 46-49. Рус.

Публикуются описания типов средств измерений, которые могут использоваться в различных видах измерений. Утвержденные типы средств измерений зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации.

20.04-01.273 Стандарты по контролю технического состояния железобетонных конструкций методом акустической эмиссии. *Сагайдак А.И., Бардаков В.В., Елизаров С.В., Иванов В.И. Контроль. Диагностика.* 2020. 23, № 6, с. 32-39. Рус.

Представлен обзор трех стандартов в области контроля бетона и железобетона методом акустической эмиссии, разрабо-

таных и выпущенных Международной организацией по стандартизации (ISO) в 2019 г. Первый стандарт регламентирует проведение контроля в бетоне и железобетоне, второй стандарт - метод оценки степени повреждения железобетонных балок методом акустической эмиссии, третий - метод классификации активных трещин в бетоне, который позволяет разделять развивающиеся трещины на два типа - трещины растяжения и прочие трещины. Также представлены результаты экспе-

риментальных исследований по апробации данных стандартов при испытании железобетонных балок на трехточечный изгиб. Было испытано пять балок из тяжелого бетона, отличающихся прочностью бетона и типом армирования. По результатам испытаний подтверждена корректность критериев и методов, изложенных в стандартах.

См. также **20.04-01.237**

Акустика в медицинской практике

Ультразвук в хирургии и терапии

См. **20.04-01.41, 20.04-01.42**

Физика

20.04-01.274 Релятивистская механика в теории электромагнетизма. кинематическая цензура в теории поля. тестирование нормальных волн в односвязных полых экранированных волноводах. *Кукушкин А.В., Рухадзе А.А. Прикладная физика и математика.* 2015, № 2, с. 3-10. Рус.

Обсуждаются проблемы, которые возникают в теории электромагнетизма благодаря проведенной в статье доставке сюда принципов релятивистской механики для описания движения энергии свободных волн. Показано, что эта доставка ведет к достаточно жесткой кинематической цензуре. Так, рассмотренные в статье для примера нормальные H_{n0} -волны полого прямоугольного волновода эту цензуру не проходят. Обсуждаются вопросы и последствия для теории, связанные с этим фактом.

20.04-01.275 Существуют ли ошибки в современной физике? *Менде Ф.Ф. Прикладная физика и математика.* 2019, № 3, с. 11-36. Рус.

Вопросы, затрагиваемые в статье, касаются материальных уравнений электро и магнитоэлектрических индукции и физической интерпретации дисперсии магнитной и диэлектрической проницаемости и объясняются некоторые противоречия, которые имеют место в фундаментальных работах по классической электродинамике. Введено понятие магнитоэлектрической индукции, что позволило записать законы индукции в симметричной форме. Показано, что из этих законов в рамках преобразований Галилея следуют результаты специальной теории относительности с точностью до квадратичных членов отношения скорости системы к скорости света. Показано, что диэлектрическая и магнитная проницаемости материальных сред от частоты не зависят. Вводятся понятия магнитоэлектрокинетических и электромагнитопотенциальных волн, а также понятие кинетической емкости. Показано, что в немагнитной плазме, кроме продольного ленгмюровского резонанса может существовать и поперечный резонанс и эти резонансы вырождены. Вводится новое понятие скалярно-векторного потенциала и показано, что при его помощи могут быть решены все существующие задачи классической электродинамики. Применение скалярно-векторного потенциала исключает введение такого понятия как магнитное поле.

20.04-01.276 Активность супервулканов (Йеллоустон и Эльбрус): температурные поля, поток солнечных нейтрино и солнечные вспышки, радиоактивные структуры. *Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Прикладная физика и математика.* 2019, № 4, с. 47-56. Рус.

Общность циклических процессов и ритмов супервулканов с периодическими составляющими потоков солнечных нейтрино и мюонов — предмет современных исследований. Настоящее изучение включает новые дополнительные факторы — солнечные вспышки и тепловые поля радиоактивных структур. Экспериментальная основа исследований — синхронные наблюдения температуры в ручье кальдеры Йеллоустоунского вулкана и в лаборатории ИФЗ РАН на цезии и руде урана 235. Наблюдает-

ся сдвиг максимума корреляции на 36,5 дня относительно вариаций температуры цезия 137. То есть поток солнечных нейтрино и мюонов практически одновременно воздействуют на цезий 137 и радиоактивные вещества магматических камер супервулкана, но тепловые вариации магмы и окружающих структур достигают дневной поверхности и истоков ручья только через 36,5 суток. Исследование тонкой структуры температурных полей в толще горных пород Эльбруса как супервулкана осуществлялось прецизионными термометрами, позволяющими проводить температурные измерения с чувствительностью $\sim 0.005^\circ\text{C}$ в штольне Северокавказской геофизической обсерватории ИФЗ РАН, то есть в Баксанском ущелье на расстоянии 4100 м от устья штольни Баксанской нейтринной обсерватории (БНО). Взаимокорреляционная функция между вариациями радиоактивности урановой руды в лаборатории ИФЗ РАН при часовом усреднении и вариации температуры радиоактивного источника при часовом усреднении сильно коррелируют, то есть возможен прогноз активизации вулканизма по уровню радиации лабораторного источника.

20.04-01.277 Назад в будущее. *Лескова Н. В мире науки.* 2020, № 1-2, с. 50-57. Рус.

Неожиданные новые состояния вещества, называемые временными кристаллами, демонстрируют такие же свойства симметрии во времени, как обычные кристаллы — в пространстве.

20.04-01.278 Приближенный метод построения почти периодических решений систем линейных дифференциальных уравнений в случае резонанса. *Мухаммадиев Э.М., Собиров М., Юмагулов М.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2006, 49, № 7, с. 607-612. Рус.

In clause the approached method is applied to construction of the almost periodic solutions of systems of the linear differential equations in conditions of a resonance.

20.04-01.279 Об асимптотике энергии, излученной во внешнюю среду случайным источником колебаний. *Срумова Ф.В. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2010, 53, № 1, с. 25-27. Рус.

Приводится вычисление асимптотики энергии, излученной в пространство источником шума.

20.04-01.280 О коллективных колебаниях в магнитных жидкостях. *Одинаев С., Комилов К., Зарипов А. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2011, 54, № 3, с. 194-200. Рус.

Исследованы возбуждения коллективных колебаний в магнитных жидкостях. Определены спектры частот и коэффициенты затухания сдвиговых, продольных и тепловых мод. Анализировано их асимптотическое поведение, как при низких, так и при высоких частотах. Установлено, что результаты качественно соответствуют результатам, полученным на основе метода молекулярно-кинетической теории.

20.04-01.281 Ограниченные решения типа бегу-

щей волны и некоторые частные решения системы Келлера—Сиджела. *Кучакишоев Х.С. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2011. 54, № 8, с. 610-617. Рус.

Рассматриваются ограниченные решения типа бегущей волны для простейшей модели хемотаксиса - система Келлера—Сиджела в одномерном случае. А также, при помощи преобразования Хопфа—Коула, рассматривается связь между неотрицательными решениями линейного уравнения теплопроводности и некоторыми частными решениями системы Келлер—Сиджела в одномерном случае.

20.04-01.282 Описание в собственном времени движения твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Усманов З.Д. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 9, с. 719-723. Рус.

Путём замены независимой переменной описание специального случая движения твёрдого тела вокруг неподвижной точки упрощается, а его специфика и сложность проявляются в характере зависимости ньютоновского и собственного (внутреннего) времени, то есть старой и новой независимых переменных.

20.04-01.283 Новые бризерные решения двумерной $O(3)$ векторной нелинейной сигма-модели. Муминов Х.Х., Шокиров Ф.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 10, с. 825-830. Рус.

Методами численного моделирования, на основе теории разностных схем получены новые численные бризерные решения $(2+1)$ -мерной $O(3)$ векторной нелинейной сигма-модели теории поля.

20.04-01.284 Вихревые стационарные структуры Кармана в магнитогиродинамических течениях вращающейся несжимаемой полимерной жидкости. Блохин А.М., Семенко Р.Е. Мат. моделир. 2020. 32, № 7, с. 3-23. Рус.

Рассматриваются стационарные решения для задачи о магнитогиродинамическом движении несжимаемой полимерной жидкости над бесконечным вращающимся диском. Мы используем представление решения, аналогичное автомодельному решению Кармана для вязкой жидкости. Приводятся примеры численных стационарных решений для различных значений параметров магнитного поля.

20.04-01.285 Матричные модели текстов. Интерпретация моделей и экспериментальная верификация. Крейнс М.Г., Крейнс Е.М. Мат. моделир. 2020. 32, № 7, с. 24-46. Рус.

Рассмотрена интерпретация матричных моделей текстов и формируемых на их основе моделей текстовых коллекций. Приведены примеры вычислительно построенных моделей текстовых коллекций, демонстрирующие содержательность результатов моделирования и возможности практического использования предложенных подходов. Описан оригинальный способ экспериментальной проверки приемлемости моделей текстов для решения задач смыслового поиска и анализа неструктурированной текстовой информации и приведены результаты соответствующего масштабного эксперимента.

20.04-01.286 Модель информационного противоборства на основе клеточного автомата. Степанцов М.Е. Мат. моделир. 2020. 32, № 7, с. 47-58. Рус.

Рассмотрены непрерывные модели информационного противоборства, основанные на традиционной нейробиологической схеме. На их основе с использованием метода замены дифференциальных соотношений клеточным автоматом разработан дискретный вариант модели информационного противоборства. С ее помощью проведено моделирование агитационной кампании двух партий, на основе предложенной модели построена имитационная система, при помощи которой проведен ряд вычислительных экспериментов. В рамках этих экспериментов показано, что макродинамика новой модели соответствует макродинамике исходной, при том что дискретная модель обладает более широкой областью применимости. Для некоторых задач противоборства двух партий в рамках агитационной кампании получены результаты, аналогичные тем, которые дает непрерывная модель. Дискретная модель позволила исследовать задачу оптимального использования одной из сторон однократной деста-

билизации хода агитационной кампании. В рамках этого исследования были получены оригинальные результаты, в частности — наличие критического значения коэффициента влияния общественного мнения на мнение индивида, определяющего, в какой период времени одной из сторон выгоднее повышать уровень интенсивности своей пропаганды.

20.04-01.287 Моделирование термопоуругой среды с учетом разрушения. Меретин А.С., Савенков Е.Б. Мат. моделир. 2020. 32, № 7, с. 59-76. Рус.

Рассматриваются вопросы математического моделирования термопоуругой среды с учетом ее разрушения. Используемая модель обобщает классическую модель Био поведения поропоуругой среды на случай учета термопоуругих эффектов. Для описания разрушения среды используется подход континуальной механики разрушения, в рамках которого состояние среды описывается скалярным полем повреждаемости, от которого, в свою очередь, зависят упругие и фильтрационные свойства среды. Система уравнений модели состоит из фундаментальных законов сохранения массы, импульса и энергии и замыкается термодинамически согласованными определяющими соотношениями. При этом выражение для энергии среды учитывает её изменение за счет образования зон разрушений. Вычислительный алгоритм основан на методе конечных элементов. Используется «моноконтинуальный» подход, который предполагает, что все группы уравнений (механика, теплоперенос, фильтрация) модели решаются одновременно без расщепления по физическим процессам и/или итераций между группами уравнений. Система уравнений термопоуругости аппроксимируется полностью неявной схемой. Эволюция параметра повреждаемости в зависимости от напряженно-деформированного состояния среды может описываться как в рамках мгновенной кинетики, так и в рамках кинетики с конечным временем. В работе кратко описана используемая математическая модель. Подробно описан вычислительный алгоритм и особенности его реализации. Значительная часть работы посвящена применению разработанных подходов для решения ряда задач как в модельных, так и в реалистичных трехмерных постановках. В качестве основной области применения построенной модели и алгоритма рассматривается анализ задач геомеханики, характерных для тепловых методов увеличения нефтеотдачи и требующих согласованного описания динамики упругих, фильтрационных и тепловых полей с учетом разрушения среды.

20.04-01.288 Исследование различных приближений при моделировании задач переноса теплового излучения. Шестаков А.А. Мат. моделир. 2020. 32, № 7, с. 77-97. Рус.

Целью работы является исследование и сравнение различных приближений системы уравнений переноса теплового излучения в оптически плотных и прозрачных средах. Для этого в оптически плотных средах используется асимптотический анализ, в оптически прозрачных средах — подход, позволяющий сводить решение диффузионных уравнений к решению кинетического уравнения. В результате проведенных исследований можно сказать, что в оптически плотных средах решения в рассмотренных приближениях стремятся к решению кинетического уравнения при увеличении оптической толщины. Это следует из асимптотического анализа. В оптически прозрачных средах совпадение с решением кинетического уравнения возможно только в приближениях квазипереноса и квазидиффузии.

20.04-01.289 Эконометрическое моделирование сбалансированной структурной компоненты основных российских макроэкономических показателей. Палбин А.В., Фокин Н.Д. Мат. моделир. 2020. 32, № 7, с. 98-112. Рус.

Предложена модель векторной авторегрессии (VAR) с дополнительной задачей регуляризации по типу задачи фильтра Ходрика—Прескотта для моделирования единого, т.е. сбалансированного долгосрочного темпа роста структурной компоненты основных макроэкономических показателей российской экономики. В модели участвуют: реальный ВВП без государственных расходов, реальное потребление домашних хозяйств, реальные инвестиции в основной капитал, реальный экспорт,

реальный импорт и реальный эффективный обменный курс рубля. Также в модель экзогенно включены цены на нефть. Предполагается, что ВВП без госрасходов и его составляющие имеют единый потенциальный темп роста, а отличия в фактически достигнутом увеличении макроэкономических показателей объясняются разными долгосрочными мультипликаторами по ценам на нефть, а также случайными шоками. На основе предложенной модели мы рассчитываем вклады цен на нефть и структурной компоненты в динамику ВВП без госрасходов и его составляющих.

20.04-01.290 Моделирование стационарного электромагнитного поля на основе уравнений Максвелла. Марков М.Б., Паротькин С.В. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 7, с. 113-126. Рус.

Рассмотрена генерация электромагнитного поля в области с идеально проводящей границей импульсом ионизирующего излучения большой длительности. Поставлена задача вычисления поля путем численного решения полной системы уравнений Максвелла. Сформулированы приближения большой и малой радиационной проводимости среды. Для приближений в упрощенных постановках построены аналитические оценки решения уравнений Максвелла. Путем их анализа обоснованы способы вычисления электромагнитного поля в рамках модели, основанной на уравнениях Максвелла в полной постановке. Предложен подход к моделированию поля в постановках, требующих недопустимого объема вычислений для устойчивого решения разностных уравнений Максвелла. Подход позволяет моделировать генерацию электромагнитного поля излучениями космического пространства в аппаратных блоках с помощью программ, решающих уравнения Максвелла в полной постановке.

20.04-01.291 Исследование неустойчивости Саффмана—Тейлора в нефтесодержащем пласте в двумерной постановке задачи. Бублик С.А., Семин М.А. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 7, с. 127-142. Рус.

Статья посвящена моделированию процесса вытеснения нефти водой и формирования неустойчивости Саффмана—Тейлора. Задача решается в двумерной постановке. В качестве геометрии рассматривается круговая область с одной нагнетательной и 8 добывающими скважинами, расположенными по контуру вокруг нагнетательной скважины. Для исследования закономерностей вытеснения нефти водой рассчитываются гидростатическое давление, скорость фильтрации нефти и воды, нефтенасыщенность. При графическом анализе в работе рассматривается преимущественно поле нефтенасыщенности. Расчет поля гидростатического давления получается из решения стационарного уравнения пьезопроводности, поле скорости фильтрации нефти и воды рассчитывается из линейного закона фильтрации Дарси, а поле нефтенасыщенности — из решения уравнения адвективного переноса. Двухфазность рассматриваемого в задаче течения выражается тем, что для фазы нефти и фазы воды характерны свои относительные фазовые проницаемости, вычисляемые с использованием модели Брукса—Кори. Уравнения решаются численно с помощью метода конечных объемов. Для дискретизации расчетной области используется нерегулярная треугольная сетка. В результате моделирования установлено, что вид неустойчивости Саффмана—Тейлора в силу своей случайности сильно зависит от используемой расчетной сетки. После обводнения добывающих скважин происходит стабилизация фронта вытеснения. Неустойчивость усиливается с увеличением отношения динамических вязкостей нефти и воды.

20.04-01.292 Численный метод решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью приведения их к форме Шеннона. Чижуров Н.Г. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 3-20. Рус.

Рассматривается численный метод решения, основанный на приведении систем обыкновенных дифференциальных уравнений к форме Шеннона. Уравнения Шеннона отличаются тем, что содержат лишь операции умножения и суммирования. Отсутствие функциональных преобразований позволяет упростить и унифицировать процесс численного интегрирования дифференциальных уравнений в форме Шеннона. Для это-

го достаточно в исходных уравнениях, заданных в нормальной форме Коши, произвести простую замену переменных. В отличие от классического метода Рунге-Кутты четвертого порядка рассматриваемый численный метод может иметь более высокий порядок точности.

20.04-01.293 Самосогласованный расчет основного состояния водородоподобного атома углерода в решетке графена. Фрейнжман Б.Г. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 21-30. Рус.

С открытия графена стартовала эра освоения принципиально новых материалов. Их уникальные свойства уже позволяют создавать множество полезных изделий в электронике, биомедицине и других высокотехнологичных отраслях промышленности. Однако изучение графена и его производных продолжается. До сих пор не до конца понятен механизм образования решетки графена и параметры состояния отдельных ее атомов. Причиной тому служит тот факт, что собственно графен невозможно получить, не положив атомы углерода на поверхность с определенными свойствами. Но в этом случае свойства графена существенно затеняются свойствами самой поверхности. Настоящая работа посвящена созданию модели графена в виде решетки водородоподобных атомов углерода. При этом используется модификация подхода Брандта-Китагавы с экранированными ионами, предложенная нами ранее. В приближении холодной решетки эта модель предполагает, что три валентных атома, ориентированных по линиям связи, принадлежат экранирующей оболочке иона. И только один валентный электрон определяет основное состояние атома решетки и неоднородное угловое распределение его поля.

20.04-01.294 Моделирование колебаний нанопористых микрокантилеверов из анодного оксида алюминия для биохимических сенсоров. Симонов В.Н., Матисон Н.Л., Войцова О.В., Маркова Е.Б. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 31-42. Рус.

Описаны результаты исследования колебаний микрокантилеверов (МК), выполненных из нанопористого анодного оксида алюминия и составляющих основу биохимических сенсоров. Конечно-элементное моделирование колебаний МК выявило источники появления в частотном спектре резонансов, не соответствующих колебаниям кантилевера и осложняющих разработку сенсоров. Впервые показано, что такими источниками являются резонансы колебаний основания МК на упругом слое компаунда, используемого для присоединения основания к подложке. Получены приблизительные соотношения между параметрами МК, основания и компаундного слоя, обеспечивающие присутствие в спектре только рабочих мод колебаний МК. Для обеспечения чистого спектра необходимо соблюдение одного из двух условий или их сочетания: достаточно жесткого крепления МК к подложке и достаточно малых размеров основания. Обеспечение чистого спектра достигается безотносительно к жесткости крепления МК, если длина основания не превышает: для 3-й, 4-й и 5-й гармоник рабочей моды МК соответственно 0,6, 0,43 и 0,33 длины МК.

20.04-01.295 Нелинейное уравнение Дирака для графена. Гладких А.А., Малинецкий Г.Г. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 43-56. Рус.

Рассмотрена возможность введения нелинейной поправки в уравнение Дирака для графена с целью адекватного описания коллективных электронных явлений. В отличие от ряда работ по указанной теме, нелинейный член включает в себя не разность, а сумму квадратов компонент спинора. Особое внимание уделено равноправности пространственных координат. Исследованы свойства полученного нелинейного уравнения, претендующего на описание высокотемпературного ферромагнетизма в графене без допущений о ключевой роли дефектов структуры в обеспечении эффекта. Проведено численное моделирование с использованием схемы Лакса—Фридрихса, в результате которого получены сведения о динамике электронной плотности для ряда простейших начальных и краевых условий.

20.04-01.296 Модель нейросетевого дефазификатора заключений в процедурах нечетко-логического вывода и её программная реализация. Дударов С.П., Куриллов Н.Д. *Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 91-105. Рус.

Представлена математическая модель нейросетевого дефазификатора. Она представляет собой двухслойный перцептрон и служит для преобразования нечеткого решения в числовую форму в процедурах нечетко-логического вывода. Модель позволяет оптимизировать вычислительную нагрузку, которая возникает при использовании стандартного метода центра тяжести, за счет использования нейронной сети. Было проведено обучение и тестирование с различными настройками нейросетевой модели. Также была доказана эффективность такого подхода с замером времени выполнения вычислительных операций.

20.04-01.297 Построение механических аналогов подконструкций с учетом действующих на них активных сил. *Бондаренко А.Ю., Лиходед А.И., Сидоров В.В. Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 106-118. Рус.

Рассматривается задача моделирования гидроупругих колебаний жидкого топлива в баках ракет-носителей с использованием механических аналогов. При этом важно обеспечить адекватность расчетной модели с механическими аналогами реальному объекту по массово-инерционным и динамическим характеристикам. Кроме того, необходимо обеспечить корректное задание внешних активных сил, действующих на конструкцию бака, при его моделировании механическими аналогами. Предложенный подход может быть применен при моделировании огневых стендовых испытаний двигательных установок, когда двигатель крепится на ферменной конструкции к днищу бака, а также при анализе нагрузок на перспективные многоразовые ступени ракет-носителей.

20.04-01.298 Моделирование упругих свойств композитных материалов методом асимптотического осреднения с учетом неидеального интерфейса компонента. *Соколов А.П., Щетинин В.Н., Козлов М.Ю. Мат. моделир.* 2020. 32, № 8, с. 119-138. Рус.

Представлена модификация метода асимптотического осреднения для решения задачи гомогенизации упругих свойств композитных материалов с учетом упругости интерфейса между фазами. Рассматриваются условия мягкого неидеального интерфейса, допускающие скачок поля перемещений при переходе через границу фаз. Предложен переход от модели композита с тонким межфазным слоем к модели с неидеальным интерфейсом. Представлен литературный обзор методов моделирования интерфейса между матрицей и наполнителем. Для численной реализации метода осреднения используется метод конечных элементов. Предложена модель поверхностного интерфейсного конечного элемента, реализующего скачок поля перемещений при переходе через границу фаз. Численный метод осреднения упругих свойств адаптируется к наличию разрыва поля перемещений. Оцениваются пороговые значения относительной жесткости и толщины межфазного слоя, для которых применимо моделирование с помощью условий скачка перемещений. Ставится задача идентификации параметров интерфейса по экспериментально полученным техническим константам композита. Вычислительные эксперименты проводятся для дисперсно-армированного и однонаправленного композита с изотропным включением.

20.04-01.299 Методы гашения колебаний в тяговых устройствах. *Синюкова Т.В., Гладышев В.Е., Синюков А.В. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.* 2020, № 6, с. 1-6. Рус.

Рассмотрены возможные варианты гашения колебаний в тяговых устройствах. Приведенные методы базируются на использовании корректирующих блоков в системе управления. Анализ полученных результатов производился по ряду показателей, позволивших оценить приемлемость предлагаемых вариантов.

20.04-01.300 О роли эффекта затенения одних участков волнения другими в формировании изображения круга Снеллиуса. *Мольков А.А. Известия вузов. Радиофизика.* 2018. 61, № 7, с. 529-540. Рус.

Затенение одних участков взволнованной водной поверхности другими может существенно влиять на обратное рассеянный сигнал не только в задачах дистанционного мониторинга водоема под скользящими углами (например, в радиолокации), но

и в задачах подводного видения. В настоящей работе представлены результаты теоретического исследования данного эффекта применительно к модели подводного изображения небосвода (круга Снеллиуса) вблизи его границы. Методом численного моделирования построено статистически среднее изображение круга Снеллиуса, учитывающее эффекты затенения, и получена скорректированная формула оценки одного из параметров волнения, а именно дисперсии уклонов водной поверхности, по величине размытия границы круга Снеллиуса.

20.04-01.301 Исследование эффективных параметров ветрогенератора Горлова с вертикальной осью. *Мохими М., Мотауэй Х. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 3, с. 59-79. Рус.

Развивается экономичная модель расчета аэродинамической схемы и производительности ветрогенератора Горлова с вертикальной осью. С этой целью для вертикального ветрогенератора Горлова развивается модель двойных множественных трубок тока (DMST), которая основывается на теории момента (количества движения) элемента лопасти. Разработанная модель проверяется на достоверность путем сравнения полученных результатов с имеющимися в литературе. Кроме того, проведена общая оценка влияния геометрических и рабочих параметров, включая профиль лопасти, число лопастей, винтовой угол, длина хорды, соотношение геометрических размеров лопасти и скорость набегающего потока ветра, на аэродинамические характеристики и кривые крутящего момента для ветрогенератора Горлова с вертикальной осью. На основании рассмотрения параметрических расчетов турбины Горлова найдено, что для профиля лопасти NASA 0018 максимальный коэффициент генерируемой мощности C_p равен 0.479 при относительной скорости конца лопасти $\lambda=3.5$. Кроме того, становится очевидным, что число лопастей и винтовой угол являются важными параметрами для уменьшения аэродинамических потерь и улучшения стабильности работы ротора. При увеличении длины хорды лопасти или соотношения геометрических размеров лопасти (высоты к диаметру) производительность увеличивается при небольших значениях λ , однако производительность падает при больших значениях λ и пиковом значении коэффициента генерируемой мощности C_p . Более того, поведение при автозапуске улучшается при увеличении длины хорды лопасти или скорости набегающего ветра и ухудшается при использовании более тонких профилей лопасти. Кривые для коэффициента использования энергии ветра становятся шире до тех пор, пока скорость потока набегающего ветра не достигнет расчетной (номинальной) скорости, которая для исследованной турбины Горлова равна 12 м/с.

20.04-01.302 Управление топологическим переходом в ламинарном течении на стыке тел посредством отсоса. *Ху В., Чжан Х., Юнц М.И. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 3, с. 93-107. Рус.

Численно и экспериментально исследовано влияние отсоса на топологический переход в течении на стыке тел. Рассмотрены различные комбинации мест отсоса и изучено влияние расхода отсасываемой жидкости на топологический переход. Отмечается, что в каждом конкретном случае определенная комбинация мест отсоса и объемных расходов жидкости может превратить наиболее удаленную вверх по потоку особую точку системы подковообразных вихрей на поверхности из седла отрыва в седло присоединения. Топологический переход при малых интенсивностях отсоса достигается, когда отверстия отсоса расположены вблизи отрывной зоны. Наиболее управление этими вихрями достигается, когда область отсоса расположена вблизи стыка при высоких интенсивностях отсоса. Предложенный ранее метод определения мест отрыва и присоединения, основанный на законе сохранения массы, подтвержден результатами моделирования седловых точек на поверхности, как изначальных, так и образовавшихся в результате отсоса. Результаты показывают, что топологический переход (отрыв или присоединение) в каждой седловой точке на стенке может быть точно предсказан по знаку дискриминантного коэффициента $C_{S/A}$, включающего местное касательное напряжение τ_w на стенке и ширину трубки тока n вблизи седла.

20.04-01.303 Структурный анализ бифуркаций картины течения с поперечным градиентом скорости при

обтекании наклонного цилиндра с квадратным осевым сечением: приложение к двумерному нестационарному отрыву потока. *Кумар А., Рэй Р.К. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 3, с. 108-124. Рус.

Рассматривая топологические свойства потока, анализируется структура бифуркаций несжимаемого двумерного (2-D) течения с поперечным градиентом скорости при обтекании наклонного цилиндра с квадратным осевым сечением. Используя этот анализ, показано, каким образом отрыв потока приводит к сложной структуре течения в течение некоторого времени. Задача решается, записывая уравнения Навье—Стокса в переменных функции тока – завихренность ($\psi-\Phi$) в декартовых координатах и используя компактную конечно-разностную схему высокого порядка. На основании проведенного анализа удалось установить точное положение первой и второй точек бифуркации в соответствующее безразмерное время их появления, как в начальной стадии, так и в полностью развитом течении. На поле течения влияют главным образом число Рейнольдса Re и поперечный градиент скорости (параметр сдвига) κ . Показано, что первая и вторая бифуркации возникают вниз по потоку от верхней и нижней кромок цилиндра в пределах очень маленькой временной разности вплоть до $\kappa=0.1$. Численное моделирование выполнено при $Re=100$ и 185 при изменении κ в диапазоне от 0.0 до 0.4 . Целью настоящего исследования является уточнение влияния параметра сдвига на свойства течения. Временное поведение вихреобразования и значимые траектории трассирующих частиц при визуализации течения детально исследованы для всех значений параметров. Для исходного и полностью развитого течений продемонстрированы детали возникновения многократных отрывов течения при изменении κ . Проведенное сравнение с ранее полученными результатами, описанными в литературе, позволяет проверить точность и обоснованность результатов, полученных в настоящей работе.

20.04-01.304 Влияние конвекции на кристаллизацию фосфата кальция в термостате в земных и космических условиях. *Федюшкин А.И. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 4, с. 35-46. Рус.

Проведено математическое моделирование массопереноса при выращивании кристаллов октакальция фосфата $Ca_8H_2(PO_4)_6$ и гидроксипатита $Ca_{10}(OH)_2(PO_4)_6$ во время смешивания водных растворов $CaCl_2$ и $KN_2PO_4 + K_2HPO_4$ в буферном растворе KCl с учетом стехиометрического соотношения. Исследования проведены для условий невесомости, микрогравитации и нормальной гравитации. Рассмотрено влияние гравитации (конвекции) на характер переноса компонент реакции при кристаллизации фосфата кальция в термостатированных условиях. Показано, что времена переноса компонент реакции меньше при конвективном перемешивании, чем при чисто диффузионном режиме, но скорость и масса образования фосфата кальция зависят не только от времени и интенсивности конвекции, но и от структуры конвективного перемешивания.

20.04-01.305 Экспериментальное исследование устойчивых круговых гидравлических прыжков. *Асади А., Джафарян С.М.М., Теймурташ А.Р. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 4, с. 47-58. Рус.

Геометрия преграды, расположенной ниже по потоку от кругового гидравлического прыжка, является одним из основных параметров, определяющих диапазон устойчивости прыжка; однако, до сих пор этот вопрос остается недостаточно исследованным. В настоящей работе рассмотрено влияние геометрии такой преграды, а также таких параметров, как расход жидкости, диаметр струи и высота преграды, на диапазон устойчивости круговых гидравлических прыжков. Полученные результаты показывают, что увеличение диаметра жидкой струи приводит к сужению диапазона устойчивости гидравлических прыжков. Также и увеличение высоты преграды приводит к уменьшению радиуса гидравлического прыжка и диапазона его устойчивости. Диапазон устойчивости кругового прыжка в случае преграды квадратной формы меньше, чем в случае треугольной преграды, но больше, чем для круговой преграды.

20.04-01.306 Волны на воде: теории и эксперименты. *Миндлин И.М. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 4, с. 69-81. Рус.

Аналитические результаты нелинейной теории волновых пакетов тестируются результатами экспериментов в лабораторном лотке и сопоставляются с аналитическими результатами линейной теории волн малой амплитуды и теории слабонелинейных волн на неограниченной свободной поверхности тяжелой жидкости. Для тестирования используются известные в литературе результаты экспериментов и наблюдений.

20.04-01.307 В метрологии пора различать системы единиц физических величин и системы самих величин. *Чуев А.С. Мир измерений.* 2020, № 1, с. 42-44. Рус.

Подвергается критике встречающаяся неразличимость понятий «система физических величин» и «система единиц физических величин». Приводится вариант системы физических величин, в которой наглядно иллюстрируются закономерные взаимосвязи величин, чего в системах единиц достичь невозможно, да они и не предназначены для этого.

20.04-01.308 Поиск нейтрино ультравысоких энергий по данным наземной решетки эксперимента Telescope Array. *Abbasi R.U., TA Collaboration. Ж. эксперим. и теор. физ.* 2020. 158, № 2, с. 282-294. Рус.

Представлен верхний предел для потока нисходящих нейтрино ультравысоких энергий ($E > 10^{18}$ эВ), полученный с использованием данных девяти лет работы наземной решетки эксперимента Telescope Array, 11.05.2008—10.05.2019. Процедура получения верхнего предела для потока нейтрино основана на одном из методов анализа многомерных данных — усиленных деревьях решений. Протон-нейтринный классификатор построен на шестнадцати переменных, чувствительных к параметрам фронта широких атмосферных ливней и функции поперечного распределения. DOI: 10.31857/S0044451020080052.

20.04-01.309 Новые возможности йодного детектора при регистрации солнечных нейтрино. *Лютостанский Ю.С., Коротеев Г.А., Ключкова Н.В., Осипенко А.П., Тихонов В.Н., Фазлиахметов А.Н. Письма в ЖЭТФ.* 2020. 111, № 11, с. 723-727. Рус.

Исследование резонансной структуры зарядово-обменной силовой функции $S(E)$ показывает ее сильное влияние на сечение захвата $\sigma(E)$ солнечных нейтрино ядром ^{127}I . Для йодного детектора проанализировано влияние каждого резонанса на энергетическую зависимость $\sigma(E)$. Показано, что при расчетах сечения $\sigma(E)$ необходимо учитывать все высоколежащие зарядово-обменные резонансы, а самые энергичные резонансы в силовой функции $S(E)$ определяют образование стабильного изотопа ^{126}Xe при захвате энергичных солнечных нейтрино ядром ^{127}I и последующей эмиссии нейтрона из образующегося ^{127}Xe . Проведенные расчеты с учетом энергии отрыва нейтрона $-S_n$ в ядре ^{127}Xe показывают, что учет энергии S_n приводит к уменьшению скорости захвата нейтрино, особенно для борных и гер нейтрино и отношение изотопов $^{126}Xe/^{127}Xe$ является индикатором этих жестких нейтрино. Отмечено, что при образовании изотопа ^{126}Xe происходит гамма-эмиссия с определенной энергией. Получено, что анализ изотопного отношения $^{126}Xe/^{127}Xe$ в газовой смеси образующегося ксенона и регистрация гамма-эмиссии в ^{126}Xe открывают новые возможности йодного детектора при регистрации солнечных нейтрино и позволяют выделить важную борную компоненту солнечного спектра.

20.04-01.310 Ошибался ли Зоммерфельд? (К истории появления спина в релятивистских волновых уравнениях). *Петров С.В. УФН.* 2020. 190, № 7, с. 777-780. Рус.

Излагается краткая история возникновения спина электрона в релятивистских волновых уравнениях. Волновое уравнение Дирака было получено в 1928 году, причём он предлагал получить уравнение для «простейшей» частицы, обладающей нулевым спином. Но, как сообщил впоследствии Дирак на Европейской конференции по физике частиц (Будапешт, 4—9 июля 1977 г.), для него оказалось большим сюрпризом, что полученное им уравнение описывает состояния частицы со спином $1/2$.

20.04-01.311 К вопросу о магнитных силовых линиях земли в условиях её вращения. *Гладков С.О. Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат.* 2019, № 4, с. 70-76. Рус.

Строго аналитически показано, что магнитные силовые линии Земли заполняют некоторый непрерывный класс поверхностей и получаются из решения уравнений магнитостатики при учёте эффекта вращения. Доказано, что их происхождение является следствием эффекта вращения Земли.

20.04-01.312 Точные решения краевых задач для уравнения Гельмгольца в слое с полиномами в правых частях уравнения и граничных условий. Алгазин О.Д. *Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат.* 2020, № 1, с. 6-27. Рус.

Цель работы — найти точные решения краевых задач для неоднородного уравнения Гельмгольца с полиномиальной правой частью в многомерном бесконечном слое, ограниченном двумя гипер плоскостями. Процедура и методы исследования. Рассмотрены краевые задачи Дирихле и Дирихле—Неймана с полиномами в правых частях краевых условий. Применено

преобразование Фурье для обобщённых функций медленного роста. Результаты проведённого исследования. Показано, что краевые задачи Дирихле и Дирихле—Неймана с полиномами в правых частях краевых условий для неоднородного уравнения Гельмгольца с полиномиальной правой частью имеют решение, которое является квазиполиномом, содержащим кроме степенных функций ещё гиперболические или тригонометрические функции. Это решение единственно в классе функций медленного роста, если параметр уравнения не является собственным значением. Приведён алгоритм построения этого решения и рассмотрены примеры. Теоретическая/практическая значимость заключается в получении точных решений краевых задач для одного из известных уравнений математической физики.

См. также **20.04-01.225, 20.04-01.253, 20.04-01.272**

Астрономия

20.04-01.313 Поиск кандидатов в объекты с эффектом Сюняева—Зельдовича на картах Планк в окрестностях радиосточников RCR-каталога. Майорова Е.К., Вержоданов О.В., Желенкова О.П. *Астрофизический бюллетень.* 2020. 75, № 2, с. 87-103. Рус.

С помощью архивных карт миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов проведен отбор потенциальных кандидатов в объекты Сюняева—Зельдовича (СЗ) вблизи радиосточников каталога RCR (RATAN Cold Refined). Исследованы свойства «горячих» и «холодных» пятен в диапазоне прямых восхождений $2 \leq \text{RA} \leq 17^{\text{h}}$ и полосе склонения $\text{Dec}2000 = 4^{\circ}59' \pm 15'$. Во всей полосе обнаружено 135 кандидатов в объекты Сюняева—Зельдовича. 86 объектов находятся менее чем в $7'$ от источников каталога RCR. Наиболее надежно эффект проявляется вблизи 25 RCR-источников. Вблизи подавляющего большинства пятен с эффектом Сюняева—Зельдовича располагаются скопления галактик или радиосточники. Проведены статистические исследования распределения радиоспектральных индексов объектов и сигнала на микроволновых картах в направлении на радиосточники. Показано, что ряд объектов в микроволновом диапазоне ассоциируется с источниками с инвертированным спектром.

20.04-01.314 Измерение расстояний до родительских галактик SN Ia по вершине ветви красных гигантов. Антипова А.В., Макаров Д.И., Макарова Л.Н. *Астрофизический бюллетень.* 2020. 75, № 2, с. 104-115. Рус.

На основе архивных данных телескопа им. Хаббла для измерения расстояний по вершине ветви красных гигантов (TRGB) до родительских галактик SN Ia. Наша выборка состоит из четырех галактик: NGC 2841, NGC 4496A, NGC 4535, NGC 4527. Для трех из них мы смогли определить только нижнюю оценку расстояния. Для галактики NGC 4527 мы оценили модуль TRGB-расстояния: $(m-M)_0 = 30.56 \pm 0.09^m$. Объединив наши измерения с литературными данными, мы провели сравнение модулей расстояний сверхновых в методе MLCS2k2 и хозяйских галактик TRGB-методом. Были выявлены систематически более высокие значения модуля расстояния SN Ia на 0.15—0.18^m по отношению к шкале TRGB-расстояний. Это соответствует переоценке светимости сверхновых в методе MLCS2k2. Мы оценили светимость сверхновых в максимуме блеска как $M_V = -19.33 \pm 0.03^m$, что позволяет принять следующее значение постоянной Хаббла: $H_0 = 70.4 \pm 1.0 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$.

20.04-01.315 «Полутемная» карликовая галактика Coma P на периферии скопления галактик Virgo. Тихонов Н.А., Галазутдинова О.А., Каратаева Г.М. *Астрофизический бюллетень.* 2020. 75, № 2, с. 116-123. Рус.

На основе архивных снимков космического телескопа Хаббл проведена звездная фотометрия карликовой галактики Coma P, расположенной вблизи скопления галактик Virgo. Выделение слабосветящихся областей галактики показало, что Coma P состоит из двух взаимодействующих карликовых галактик,

в одной из которых протекает слабое звездообразование, а вторая галактика имеет очень низкую поверхностную яркость, в ней отсутствует звездообразование и ее можно назвать «темной» галактикой. Расстояние до этой пары галактик, измеренное TRGB-методом ($D = 12.7 \pm 0.9 \text{ Мпк}$), показало, что Coma P находится на периферии скопления галактик Virgo.

20.04-01.316 Корреляция гравитационно-волновых и нейтринных событий: долгий путь нейтрино от SN 1987A. Бучелла Ф., Паллоттино Дж.В., Галеотти П., Пиццелла Дж. *Астрофизический бюллетень.* 2020. 75, № 2, с. 124-131. Рус.

Рассмотрена корреляция между данными, полученными на двух детекторах гравитационных волн (ГВ) (в Риме и в Мэриленде) и двух нейтринных детекторах (LSD в Италии и Kamiokande в Японии), обсуждаемая в нашей недавней работе. Мы нашли, что между событиями U1 и U2, где U1 — отклик детекторов гравитационных волн, а U2 — отклик детекторов нейтрино, существует четкая временная корреляция: а именно, U2 приходит позже U1 на время, зависящее от измеренной энергии в нейтринных детекторах (запаздывание уменьшается с измеренной энергией нейтрино). Прямые расчеты оценивают массу частиц U2 лежащей в диапазоне от 4 до 6 eV. Если далее предположить, что U2 возникает под действием нейтрино, масса которых по оценкам не превышает 0.1 eV (с уровнем значимости 90%), мы берем на себя смелость высказать предположение о том, что нейтрино замедляются на пути в 168 000 световых лет от SN 1987A до Земли.

20.04-01.317 Крупномасштабная структура газопылевых дисков и устойчивость газодинамического равновесия пылевых оболочек молодых звезд. Абдульманов Т.Р. *Астрофизический бюллетень.* 2020. 75, № 2, с. 132-139. Рус.

Анализируется причина разделения газопылевых дисков молодых звезд на две большие группы: на имеющие круговые и спиралевидные структуры. Такое разделение структур дисков объясняется существованием режимов устойчивого и неустойчивого газодинамического равновесия оболочек протозвезд. Построена модель волновых возмущений газопылевых оболочек протозвезд. Получено уравнение интегральной средней интенсивности излучения в пылевой оболочке протозвезд. Определены радиусы пяти протозвезд на момент их наблюдения и время их вступления на Главную последовательность.

20.04-01.318 Ассоциация Cas 5 на этапе Gaia DR2. Ченцов Е.Л. *Астрофизический бюллетень.* 2020. 75, № 2, с. 140-142. Рус.

С помощью данных из второго выпуска архива заатмосферной астрометрической обсерватории Gaia уточнены строение ОВ-ассоциации Cas 5 и параметры содержащихся в ней звезд экстремально высокой светимости. В направлении ассоциации выделены две группировки ОВ-звезд на расстояниях 3.3 и 4.3 кпк.

20.04-01.319 Анализ вклада нетепловой компоненты в рентгеновское излучение ОВ-звезд. Рыспаева Е.Б., Холтыгин А.Ф. *Астрофизический бюллетень*. 2020. 75, № 2, с. 143-156. Рус.

Исследуется возможность присутствия в рентгеновских спектрах ОВ-звезд нетепловой компоненты, описываемой степенным спектром. Проанализированы спектры низкого разрешения 101 ОВ-звезды, полученные с использованием камеры EPIC спутника XMM. Сделан вывод о том, что вклад нетепловой компоненты рентгеновского излучения может быть существенным и даже определяющим для звезд-аналогов γ Cas. Включение нетепловой составляющей в модельные рентгеновские спектры приводит к снижению температуры тепловых компонент рентгеновской плазмы таких звезд до типичных для ОВ-звезд значений. Вклад нетепловой компоненты может быть существенным также для двойных звезд со сталкивающимися звездными ветрами и O?p-звезд.

20.04-01.320 Особенности эволюции и свойств магнитных звезд с гелиевыми аномалиями (He-g, He-w). Глаголевский Ю.В. *Астрофизический бюллетень*. 2020. 75, № 2, с. 157-180. Рус.

Критически рассмотрены результаты ранних работ по исследованию магнитных звезд с аномальными линиями гелия. Рассматриваются проблемы, связанные с реликтовой теорией и сценарием формирования магнитных звезд. Особенность наших результатов исследований магнитных звезд заключается в том, что они получены на основании более 160 непосредственных оценок средних поверхностных магнитных полей B_s или полученных методом моделей. Трудность этой работы заключается в недостаточном пока количестве данных о звездах He-g. Вызывает проблему слишком сильное уменьшение величин $v \sin i$ у звезд в момент внутренней перестройки.

20.04-01.321 Исследование нестационарности атмосферы κ Cas. III. Кинематика атмосферы. Рзаев А.Х. *Астрофизический бюллетень*. 2020. 75, № 2, с. 181-187. Рус.

По ПЗС-эшелле-кудэ-спектрам с высокими спектральным разрешением и отношением сигнал—шум исследована переменность лучевых скоростей, эквивалентных ширин и центральных глубин линий в спектре сверхгиганта κ Cas. Переменность лучевой скорости всех исследованных линий обусловлена нерадиальными пульсациями. Определены параметры переменности (период P , амплитуда A и средняя величина γ) лучевой скорости, эквивалентной ширины и центральной глубины линий. Эти параметры различаются для разных линий. На основе расчета глубин формирования линий $\lg \tau_\lambda$ исследована стратификация этих параметров в атмосфере звезды. Для лучевой скорости период, амплитуда и скорость расширения (γ -скорость) возрастают от нижних слоев атмосферы к верхним. Амплитуды переменности эквивалентных ширин и центральных глубин линий также увеличиваются с высотой в атмосфере.

20.04-01.322 Обнаружение микробных компонентов в выпадающих осадках Энцелада. Котларж Д., Зеленкевич У., Залеска Н.Е., Кубяк К.А. *Астрофизический бюллетень*. 2020. 75, № 2, с. 188-199. Рус.

Благодаря наличию жидкой воды и доступной энергии Энцелад является привлекательной целью для поиска признаков жизни. В недавнем исследовании было доказано, что в выбросах гейзеров вблизи южного полюса Энцелада присутствуют водяной пар, водяной лед, углекислый газ, метан и молекулярный водород. Возможное сходство между физическими и химическими условиями на дне океана Энцелада и карбонатным минеральным раствором интенсивных подводных источников в «трубах» гидротермального поля Потерянного Города позволяет создать математическую модель процесса продвижения микробов вверх сквозь ледяную оболочку. В работе представлены первые результаты кинетических симуляций по методу «частица-в-клетке» для вычисления расстояний микробов в океане глубиной 10 км. Получены результаты для распределения микробного компонента — аналога *Methanosarcina* sp. — характеризующегося массой 6.6 пг и диаметром 2.0 мкм в струйных выбросах вещества Энцелада. Сделано предположение, что плотность теплового потока составляет 0.1 Вт м⁻², толщина ледяной коры — 5 км, а концентрация клеток около дна океана

— 10⁵ клеток/мл. Мы подтвердили предположение исследовательской команды Порко о концентрации клеток около поверхности океана примерно в 10⁴ клеток/мл и многообразии вертикальной плотности струй. Найдено, что оптимальная высота для детектирования микробного компонента составляет менее 1.0 км и что локальные измерения, сделанные ранее масс-спектрометром Кассини и предложенные для орбитальной миссии Энцелада, возможно, неэффективны на высоте 50 км.

20.04-01.323 Долгопериодические колебания солнечных факельных узлов. Соловьев А.А., Смирнова В.В., Стрекалова П.В. *Астрофизический бюллетень*. 2020. 75, № 2, с. 200-206. Рус.

Наблюдения факельных областей Солнца при помощи инструмента Helioseismic and Magnetic Imager космической обсерватории Solar Dynamics Observatory позволяют обнаружить долгопериодические колебания магнитного поля факельных узлов с периодами в диапазоне от 30 до 250 минут. Статистически значимые колебательные моды выделяются методом разложения временных рядов по эмпирическим модам. За время наблюдений, которое близко ко времени жизни узла, его параметры (магнитное поле, площадь, занимаемая на магнитограмме и др.) могут заметно изменяться, хотя факел все это время сохраняет свою структурную идентичность. Эти изменения затрагивают и эффективную жесткость системы (отклик на внешние возмущения), что приводит к смене характера самих колебаний. Исходя из этого, мы рассматриваем наблюдаемые колебания магнитного поля факельных узлов с периодами от 1 до 4 часов как собственные малые колебания системы, эффективная жесткость которой изменяется во времени. Представлена простая аналитическая модель процесса. Показано, что все три специфических режима низкочастотных колебаний, обнаруженных в факельных узлах, хорошо описываются предложенной моделью.

20.04-01.324 Моделирование спектров протяженных атмосфер с температурами ниже 40 000 К. Костенков А., Винокуров А., Соловьева Ю., Атапин К., Фабрика С. *Астрофизический бюллетень*. 2020. 75, № 2, с. 207-217. Рус.

Рассчитываются модели протяженных звездных атмосфер с температурами в диапазоне 12 000—40 000 К и темпами истечения газа в ветре 10⁻⁶—10⁻⁴ M \odot год⁻¹. Большое количество объектов с эмиссионными спектрами, таких как яркие голубые переменные, звёзды с эмиссиями Fe II, звезды типа Of и поздние Вольфа—Райе азотной последовательности, и даже ультраяркие рентгеновские источники, часто имеют эффективные температуры в указанном диапазоне. В работе представлены результаты расчета сеток моделей в виде диаграмм эквивалентных ширин линий водорода, гелия, кремния и железа, а также результаты исследования некоторых эмиссионных объектов, выполненных с использованием рассчитанных моделей.

20.04-01.325 Оптоволоконный спектрограф высокого спектрального разрешения для БТА: оценка эффективности. Валявин Г.Г., Мусаев Ф.А., Перков А.В., Аитов В.Н., Бычков В.Д., Драбев С.В., Шергин В.С., Сазоненко Д.А., Кукушкин Д.Е., Галазутдинов Г.А., Емельянов Э.В., Якопов Г.В., Вурлакова Т.Е., Берто Ж.-Л., Таиров А.В., Кораблев О.И., Юшкин М.В., Валеев А.Ф., Гадельшин Д.Р., Ким К.-М., Хан Инву, Ли Б.-Ч. *Астрофизический бюллетень*. 2020. 75, № 2, с. 218-225. Рус.

Представлены результаты лабораторных испытаний первой версии оптоволоконного спектрографа высокого спектрального разрешения, который строится в Специальной астрофизической обсерватории (САО РАН). В ходе лабораторных тестов достигнуто спектральное разрешение около 70 000. Пиковая эффективность всего оптического тракта спектрографа (без учета световых потерь на ПЗС, главном зеркале БТА и атмосфере) на длине волны 620 нм и с эквивалентными ширинами входной щели 1.5'' и 0.75'' составляет 8% и 4% соответственно. Наибольшие значения спектрального разрешения ($R=70\,000-100\,000$) достигаются с ширинами входной щели 0.75—0.4''. В настоящей версии спектрографа этот режим работы инструмента реализован механическим диафрагмированием щели. Специально

сконструирована и строится проекционная камера для работы с коллимированным пучком диаметром 200 мм, что позволит довести спектральное разрешение до 100 000. Для сохранения световой эффективности инструмента на уровне не менее 6% будет применяться двухступенчатый резатель изображения.

20.04-01.326 Эскизный проект системы регистрации потоков стохастических событий высокого временного разрешения. *Плохотниченко В.Л. Астрофизический бюллетень.* 2020. 75, № 2, с. 226-234. Рус.

Описывается функциональная схема системы многомерного хронометрирования стохастических потоков событий высокого временного разрешения Квантохрон 5-48. Устройство позволяет определять моменты регистрации панорамными детекторами фотонов с сопутствующими пространственными, спектральными и поляризационными характеристиками, с дискретностью измерений 10 наносекунд и точностью привязки к UTC, обеспечиваемой сервером времени. Пиковая интенсивность регистрируемых потоков определяется частотой внутреннего высокочастотного генератора и может достигать 108 отсч./с. Средняя интенсивность определяется пропускной способностью шин ввода/вывода компьютера и может превышать 106 событий в секунду. Простота конструкции и использования допускают тиражирование (широкое применение) устройства.

20.04-01.327 Абсолютная спектрофотометрия 22 Vulpeculae во время затмения 1990 г. *Бурнашев В.И., Бурнашева Б.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 5-14. Рус.

Рассмотрены и сведены в единую систему результаты широкополосных фотометрических наблюдений системы 22 Vulpeculae (QS Vulpeculae), выполненные на протяжении 1984—1994 гг., построена сводная кривая блеска. На основании абсолютных спектрофотометрических наблюдений системы 22 Vulpeculae сделана оценка спектральных классов компонентов и вклада каждого из них в общий блеск системы. Принятое значение поглощения в видимой области $A(V) = 0.0^m$.

20.04-01.328 Наблюдение галактики Mrk 501 на гамма-телескопе ГТ-48 в 2009 году. *Стригунов К.С. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 15-21. Рус.

При наблюдении на гамма-телескопе ГТ-48 в 2009 году от источника Mrk 501 был зарегистрирован поток гамма-квантов сверхвысоких энергий с высокой степенью достоверности ($Q > 4$). Эти данные сопоставлены с данными о рентгеновском излучении в диапазоне 2—10 кэВ, полученными на RXTE-ASM и с данными, полученными на Fermi (100 МэВ — 300 ГэВ). Отмечается отсутствие изменений со временем потоков в трех диапазонах энергий в пределах ошибок.

20.04-01.329 Исследование двух А-звезд, убегающих из системы Q¹ Ori C. *Витриченко Э.А., Бондарь Н.И., Бычкова Л.В., Бычков В.Д. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 22-28. Рус.

В системе τ^1 Ori C (HD 37022) были обнаружены две А-звезды, разлетающиеся в противоположные стороны относительно нее с лучевыми скоростями +100 и -200 км/с. Звезды отнесены к убегающим. В результате анализа спектров методом кросс-корреляции получены физические характеристики этих звезд: эффективная температура, ускорение силы тяжести, относительная и абсолютная светимости, масса, определены химический состав и положение на диаграмме Герцшпрунга—Рассела.

20.04-01.330 Анализ наблюдений карликовой новой 2010 г. в Пегасе. *Шиманский В.В., Митрофанова А.А., Борисов Н.В., Габдеев М.М. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 29-37. Рус.

Выполнен анализ фотометрических и спектроскопических наблюдений звезды GSC 02197-00886 в момент максимума вспышки (08.05.2010) и в стадии релаксации (04.08.2010) к спокойному состоянию. В спектрах вспышки доминирует излучение оптически толстого аккреционного диска с горячим пограничным слоем, что соответствует спектрам карликовых Новых типа WZ Sge. В фазе релаксации наблюдается оптически тонкий аккреционный диск с излучением в эмиссионных линиях H β и HeI на

фоне абсорбционного спектра белого карлика. Параметры GSC 02197-00886, полученные комбинацией лучевых скоростей компонент с предположением о близости вторичной компоненты к звездам Главной Последовательности, существенно отличаются от найденных для других систем типа WZ Sge. Выказана гипотеза о возбуждении вторичной компоненты в ходе вспышки и ее продолжительной релаксации к состоянию Главной Последовательности.

20.04-01.331 Фотометрическое и спектроскопическое исследование В2е звезды Хербига HD52721: первые результаты. *Погодин М.А., Бескровная Н.Г., Валавин Г.Г., Гусева И.С., Павловский С.Е., Русомаров Н., Ежкова О.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 38-43. Рус.

Представлены первые результаты фотометрического и спектрального исследования В1/В2е звезды Хербига HD52721, проведенного в 2009—2010 годах на трех обсерваториях: Горная АС ГАО РАН (Кисловодск) — фотометрия, Крымская астрофизическая обсерватория (Украина) — спектроскопия и Национальная обсерватория Encenada (Мексика) — эшелле-спектроскопия. Дополнительно были использованы фотометрические данные из архива ASAS за 2003—2009 гг. Анализ данных показал, что: а) объект представляет собой тесную двойную систему, состоящую из 2-х звезд близкого спектрального класса (В1—В2) с орбитальным периодом около 1.610 суток; б) система окружена общей дискообразной газовой оболочкой, содержащей азимутальную неоднородность, вращающейся с периодом, равным орбитальному. Делаются предварительные оценки параметров системы и обсуждается ее возможная природа.

20.04-01.332 Определение параметров массивной двойной рентгеновской системы IGR J17544-2619. *Николаева Е.А., Бикмаев И.Ф., Мельников С.С., Галеев А.И., Жучков Р.Я., Иртуганов Э.Н. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 44-51. Рус.

Представлены результаты спектроскопического исследования оптической компоненты массивной двойной рентгеновской системы IGRJ1754—2619 на телескопе РТТ-150. На основе анализа длинного ряда спектроскопических наблюдений оптической звезды системы IGRJ17544—2619 на протяжении 2007-2010 гг. определены орбитальные параметры системы: γ -скорость системы — 47 км/с, полуамплитуда кривой лучевых скоростей $K = 30.5$ км/с, эксцентриситет орбиты $e = 0.44$, долгота периастро $\omega = 142^\circ$ и орбитальный период системы 12.17 дней. Получен нижний предел значения массы компактного объекта, равный $2.82 M_\odot$.

20.04-01.333 Y и VA в звездах рассеянных скоплений. *Мишенина Т.В., Коротин С.А., Егорова И.А., Ковтюк В.В., Карраро Д. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 52-56. Рус.

Используя VLT-спектры высокого разрешения звезд пяти удаленных рассеянных скоплений Ruprecht 4, Ruprecht 7, Berkeley 25, Berkeley 73 и Berkeley 75 (Карраро и др., 2007) определены содержания иттрия и бария методом синтетического спектра. Расчет содержания бария выполнен в приближении отказа от ЛТР. Проведен анализ поведения содержания иттрия и бария с возрастом рассеянных скоплений и звезд тонкого диска.

20.04-01.334 Картирование запятенных звезд методом инверсии кривой блеска: тесты и применение к звезде HD 12545. *Колбин А.И., Шиманский В.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 57-60. Рус.

Разработан программный код картирования поверхности запятенных звезд, основанный на анализе их вращательно-модулированных кривых блеска. Представлены результаты симуляций восстановления поверхности звезд, выявлены артефакты восстановления, обусловленные некорректной природой задачи. Методика была применена к картированию поверхности запятенной компоненты системы HD 12545.

20.04-01.335 Содержание марганца в звездах толстого и тонкого дисков. *Горбанева Т.И., Мишенина Т.В.,*

Орлова Л.Ф. *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 61-65. Рус.

В атмосферах 50 F-, G-, K- карликов, принадлежащих тонкому и толстому дискам Галактики ($-1.0 < [Fe/H] < 0.2$), определено содержание марганца. Наблюдения получены на эшелле-спектрометрах ELODIE и SOPHIE, установленных на 1.93-м телескопе обсерватории Верхнего Прованса, с разрешением $R=42000$ и $R=75000$, соответственно. Определение содержания Mn выполнено в ЛТР-приближении с использованием синтетического спектра с учетом сверхтонкой структуры. Проанализировано поведение содержания исследуемого элемента с металличностью $[Fe/H]$ в звездах тонкого и толстого дисков Галактики.

20.04-01.336 О линиях поглощения тория в видимой области спектров сверхгигантов Магеллановых Облаков. **Гопка В.Ф., Шаврина А.В., Юценко В.А., Васильева С.В., Юценко А.В., Андриевский С.М.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 66-75. Рус.

Представлены результаты исследования линий поглощения тория в спектрах звезд с дефицитом металлов: обогащенной торием звезды гало Галактики HD221170, сверхгигантов Магеллановых Облаков. Идентификация выполнялась на основании сравнения синтетических спектров с наблюдаемыми спектрами для каждой из исследуемых звезд. В спектрах сверхгигантов Магеллановых Облаков отождествлены линия Th II 6044.433 Å и более слабая линия Th II 6619.943 Å.

20.04-01.337 Содержание хрома и титана в атмосферах A-, F- и G- сверхгигантов в окрестности Солнца. **Поклад Д.В.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 76-84. Рус.

Для 22 A, F-, G-сверхгигантов в окрестности Солнца (в пределах 700 пс) по спектрам высокого разрешения определены содержания двух химических элементов группы железа — Cr и Ti. Содержание хрома и титана определено по линиям Cr II и Ti II. Среднее содержание хрома составляет $\log \epsilon (Cr) = 5.70 \pm 0.13$, что в пределах ошибки соответствует солнечному содержанию $\log \epsilon (Cr) = 5.64$. Значение среднего содержания титана $\log \epsilon (Ti) = 4.89 \pm 0.10$ с учетом погрешности также очень близко к солнечному содержанию $\log \epsilon (Ti) = 4.95$. Средние содержания Cr и Ti позволяют считать среднюю металличность молодых близкорасположенных звезд идентичной солнечной.

20.04-01.338 Синтез кривых блеска двойных систем: учет влияния звездного ветра. **Антохина Э.А., Антохин И.И., Черепащук А.М.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 85-91. Рус.

Методы синтеза кривых блеска и кривых лучевых скоростей позволяют определять физические параметры компонентов двойных систем разных типов. Здесь изложены основы нового алгоритма синтеза кривых блеска систем, содержащих звезды с протяженными расширяющимися атмосферами. Данный алгоритм позволяет анализировать кривые блеска систем, содержащих, например, звезды Вольфа—Райе.

20.04-01.339 Характерные времена переменности ветра в классических звездах типа Т Тельца. **Бабина Е.В., Артеменко С.А., Петров П.П., Гранкин К.Н.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 92-102. Рус.

Представлены результаты наблюдений быстрой переменности ветра у классических звезд типа Т Тельца RW Aur и DR Tau. В качестве индикатора плотности ветра на луче зрения используется отношение эквивалентных ширин эмиссионных линий H и K ионизованного кальция, поскольку излучение в линии H Ca II поглощается абсорбцией линии H α , возникающей в ветре на лучевой скорости около -120 км/с. Наблюдения показали, что плотность ветра RW Aur и DR Tau меняется с характерным временем от 4 до 5 суток, что несколько короче периодов осевого вращения звезд. Результаты интерпретируются в рамках модели конического ветра, предсказывающей циклические повторения эпизодов аккреции и выброса массы, вызванные взаимодействием магнитосферы звезды с ионизованным газом на внутренней границе аккреционного диска.

20.04-01.340 Результаты координатных наблюдений астероидов, сближающихся с землей, с использованием комбинированного метода наблюдений. **Сибирякова Е.С., Козырев Е.С., Шульга А.В.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 103-108. Рус.

Главной проблемой наблюдений астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), является высокая скорость видимого движения. В НИИ “НАО” данная проблема была решена применением комбинированного метода наблюдений с использованием режима работы ПЗС-матрицы time delay and integration и поворотной платформы. За 2008-2012 гг. в НИИ “НАО” было получено 1317 положений 74 АСЗ. Все наблюдения были получены с применением комбинированного метода. В статье представлено сравнение погрешности наблюдений НИИ “НАО” с результатами, полученными в других обсерваториях.

20.04-01.341 Наблюдения комет C/2009 R1 (МакНота) и 17P/Холмса в линии OH на длине волны 18 см. **Вольвач Л.Н., Березной А.А., Вольвач А.Е.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 109-114. Рус.

Представлены результаты наблюдений комет C/2009 R1 (МакНота) 14—28 июня 2010 года и 17P/Холмса 6—10 ноября и 25 ноября — 3 декабря 2007 года в линии молекулы гидроксиль OH на длине волны 18 см. Определена газопроницаемость молекул OH в комете C/2009 R1 (МакНота) в зависимости от гелиоцентрического расстояния (0.42—0.62 а. е.).

20.04-01.342 О геометрических моделях в системе "Солнце—планета—спутник". **Курбасова Г.С.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 115-121. Рус.

На примере развиваемого автором геометрического подхода обсуждается связь реального пространства и отношений масс взаимодействующих тел в небесной механике. В основе построенных геометрических моделей лежит отождествление реальных отношений протяженностей и отношений физических величин с абстрактными геометрическими структурами. Относительные величины масс спутник/планета, вычисленные геометрическим методом, отличаются от вычисленных динамическим методом на основе данных о движении космических аппаратов менее чем на 0.01%.

20.04-01.343 Исследование содержания водяного пара в атмосфере Крыма по многолетним фотометрическим наблюдениям Солнца. **Терез Э.И., Терез Г.А., Козак А.В., Кузьмин С.В.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 122-131. Рус.

Описана методика определения количества водяного пара в атмосфере по измерению поглощения солнечного излучения в полосе поглощения водяного пара ρ . Для исследований использовался автоматический солнечный фотометр, позволяющий регистрировать солнечное излучение в полосе ρ , а также в соседних участках спектра, свободных от поглощения. Регулярные наблюдения (мониторинг) проводились в Крыму (г. Симферополь, 44.7° N, 34.1° E) с 2001 г. по настоящее время. На основании анализа результатов наблюдений показано, что количество водяного пара W в атмосфере Крыма сезонно зависимо, но среднегодовая величина практически постоянна.

20.04-01.344 Связь длительности солнечных рентгеновских вспышек и массы ассоциированных с ними корональных выбросов. **Шаховская А.Н., Агтемов З.С.** *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 132-137. Рус.

Проведен анализ тонкой временной структуры микроволнового и жесткого рентгеновского излучения солнечной вспышки 5 ноября 1992 г. На основе вейвлет-анализа обнаружены пульсации интенсивности в обоих волновых диапазонах с периодом около 6 с. Максимум меры эмиссии корональной плазмы запаздывает относительно максимума температуры, что согласуется с представлениями о хромосферном “испарении”. Антикорреляция временных профилей микроволнового и жесткого рентгеновского излучения, характер временных задержек между пиками связаны с возбуждением радиальных быстрых магнитозвуковых колебаний во вспышечной петле (корональном

пробкотроне). Обсуждены следствия полученных результатов.

20.04-01.345 Пульсации нетеплового излучения солнечной вспышки 5 ноября 1992 г. и модель коронального пробкотрона. *Гольдварг Т.Б., Цап Ю.Т., Копылова Ю.Г., Степанов А.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 138-147. Рус.

Проведен анализ тонкой временной структуры микроволнового и жесткого рентгеновского излучения солнечной вспышки 5 ноября 1992 г. На основе вейвлет-анализа обнаружены пульсации интенсивности в обоих волновых диапазонах с периодом около 6 с. Максимум меры эмиссии корональной плазмы запаздывает относительно максимума температуры, что согласуется с представлениями о хромосферном «испарении». Антикорреляция временных профилей микроволнового и жесткого рентгеновского излучения, характер временных задержек между пиками связаны с возбуждением радиальных быстрых магнитозвуковых колебаний во вспышечной петле (корональном пробкотроне). Обсуждены следствия полученных результатов.

20.04-01.346 Магнитоизолированные комплексы на двух уровнях в атмосфере Солнца. *Малащук В.М., Степанян Н.Н. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 148-155. Рус.

Магнитоизолированные комплексы солнечных образований, обнаруженные ранее в верхней хромосфере по наблюдениям в линии He I λ 1083 нм, отождествлены в короне на изображениях в линии FeIX-X λ 17.1 нм. Границы комплексов на обеих высотах всегда видны в виде каналов, ширина которых зависит от структур, расположенных рядом с границами внутри и вне комплекса. Большинство арочных структур, один конец которых находится внутри комплекса, не пересекают границ комплексов (70% на уровне верхней хромосферы и 80% в короне). 80% корональных дыр, входящих в комплексы, имеют открытую структуру магнитного поля. Все это подтверждает реальность существования обнаруженных нами магнитоизолированных комплексов. Наблюдения таких комплексов в короне подтверждают их магнитную изолированность. Существенно, что этот вывод получен не из расчета магнитного поля на разных высотах, а по наблюдениям структур, трассирующих магнитные силовые линии.

20.04-01.347 Магнитные связи солнечных образований внутри магнитоизолированных комплексов по наблюдаемым арочным структурам и расчетам силовых линий магнитного поля. *Файнштейн В.Г., Малащук В.М., Степанян Н.Н., Руденко Г.В., Егоров Я.И. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 156-164. Рус.

Магнитные связи солнечных образований внутри магнитоизолированных комплексов с областями вне комплексов были определены по петлеобразным структурам в верхней хромосфере и короне, а также по расчетам силовых линий магнитного поля. Найдено, что 65% построенных силовых линий замыкаются внутри комплексов или не замыкаются на поверхности Солнца, а 35% силовых линий пересекают границу комплекса. Короткие силовые линии, пересекающие границу комплекса, чаще всего соединяют точки с малой напряженностью. Концы длинных силовых линий совпадают с концами петлеобразных структур, более высокие части которых не видны в линии 17.1 нм. Короткие силовые линии совпадают по положению с петлеобразными структурами на уровне короны. Показано, что существует 3 типа изменения магнитного поля с высотой над комплексами.

20.04-01.348 Определение содержания лития в солнечных пятнах, наблюдения 2007 года. *Барановский Э.А., Мусорина С.А., Таращук В.П. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 165-172. Рус.

Наблюдались спектры солнечных пятен в областях линий LiI 6708 Å и некоторых линий FeI и CaI. Наблюдения проводились с ПЗС-камерой в мае, июне и июле 2007 г. на телескопе БСТ-2 Крымской астрофизической обсерватории. Были рассчитаны модели пятен по наблюдаемым профилям линий FeI, CaI. С помощью рассчитанных моделей пятен и наблюдаемых профилей линии LiI 6708 Å определена величина содержания лития. Получено $\lg(N_{\text{Li}}) = 1.20, 1.15$ и 1.0 (в шкале $\lg A(\text{H}) = 12.0$).

20.04-01.349 Высотная стратификация солнечных магнитных полей в 21–23 циклах. *Степанян Н.Н., Ахтемов З.С., Файнштейн В.Г., Руденко Г.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 173-186. Рус.

Радиальная компонента магнитного поля Солнца B_r была рассчитана в потенциальном приближении в интервале высот от 1 до 2.5 радиуса Солнца R_{\odot} . По этим данным построены синоптические карты магнитного поля для солнечных циклов 21–23. Для каждой 10-градусной широтной зоны найдена доля ее площади S_{+field} , занятая «+» полем в каждом обороте. Было принято, что во всей широтной зоне радиальная компонента поля имеет знак «+», если $S_{+field} \geq 80\%$, и знак «-», если $S_{field} \leq 20\%$. Оказалось, что на уровне фотосферы ($R = R_{\odot}$) поле практически униполярное в течение большей части цикла от полюсов до северной и южной широты $\approx 60^\circ$. В окрестности минимумов между 21 и 22 циклами, а также 22 и 23 циклами в течение нескольких оборотов Солнца поле оказывается практически униполярным в диапазоне широт $(-40^\circ) - 90^\circ$. На $R = 2.5 R_{\odot}$ в течение большей части каждого цикла поле униполярное в диапазоне широт $(-20^\circ - (-90^\circ))$ и $(20^\circ - 90^\circ)$. Согласно нашей интерпретации, смещение границы полярного поля к экватору с высотой отражает сверхрадиальное расширение открытых магнитных трубок из полярных корональных дыр. Найдено, что переполусовка полярных полей начинается на 1–2 оборота и заканчивается от 2 до 14 оборотов Солнца раньше на больших высотах, чем на поверхности Солнца. Это свидетельствует о том, что вначале происходит переполусовка крупномасштабной поля, а затем мелкомасштабной. При исследовании секторной структуры магнитного поля на разных высотах, оказалось, что границы, вращающиеся с периодом меньше кэррингтоновского, простираются до больших высот, чем границы с кэррингтоновским и более длинным периодом. Мы предполагаем, что границы первого типа образуются крупномасштабными структурами магнитного поля, границы второго типа определяются активными областями.

20.04-01.350 Спектрографы высокого разрешения на телескопах среднего диаметра. *Панчук В.Е., Ключкова В.Г. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 187-203. Рус.

Рассматривается проблема спектроскопических наблюдений с высоким разрешением на телескопах диаметром $D = 0.5 - 1.5$ м. В историческом плане приведены примеры наиболее удачных технических решений, примеры «живучести» некоторых телескопов и методов наблюдений. Совершенствование техники спектроскопии позволяет рассматривать потенциал и инструменты, которые изначально не планировалось использовать для спектроскопии высокого разрешения. Обсуждаются аргументы использования телескопов среднего диаметра в современной спектроскопии высокого разрешения. Обзор подготовлен в связи со 100-летним юбилеем 122-см телескопа Крымской астрофизической обсерватории.

20.04-01.351 Проект "HeII": эмиссионные линии ионизованного гелия в спектрах вспыхивающих звезд и звездные аналоги солнечных корональных выбросов — программа наблюдений на ВКО/Спектр-УФ. *Гершберг Р.Е. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 204-222. Рус.

Подробно рассмотрены эмиссионные линии ионизованного гелия в спектрах вспыхивающих звезд-карликов типа UV Cet. По-видимому, эта эмиссия на поздних стадиях развития вспышек обусловлена явлениями на звездах, аналогичными солнечным корональным выбросам (СМЕ). Предложена программа совместных космических и наземных спектральных наблюдений активных звезд для регистрации таких явлений.

20.04-01.352 Как космическая погода и солнечные затмения влияют на поведение крутильного маятника — обзор и анализ литературы. *Владимирский В.М., Брунс А.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2013. 109, № 1, с. 223-231. Рус.

Представлен краткий обзор литературы об аномалиях в поведении крутильного маятника при изменениях космической погоды. Логический анализ этих данных приводит к пред-

положению, согласно которому непосредственно действующим на прибор физическим фактором являются вариации электромагнитных фоновых полей диапазона низких-сверхнизких частот. Амплитудно-спектральные изменения этих полей обратимо влияют на упругие параметры нити подвеса маятника из-за эффекта магнитоупругости, что приводит к малым изменениям ее скрученности. В полосе солнечного затмения ионосфера переходит на ночной режим, что приводит к изменениям упомянутых фоновых полей, сопоставимых с таковыми при вариациях космической погоды. Высказывается предположение, что именно эти изменения ответственны за аномалии в поведении крутильного маятника во время солнечных затмений. По разным причинам сопоставление данных по этому прибору с эффектами затмений для других физико-химических систем затруднительно. Для проверки предложенной гипотезы необходимо проведение эксперимента с воздействием на маятник слабых искусственных магнитных полей.

20.04-01.353 Эволюция Солнца и Земли: (не)известный период 1.035 г. Котов В.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2013. 109, № 1, с. 232-253. Рус.

Магнитное поле Солнца меняется с загадочным периодом 1.035(5) г. Попытка его объяснения приводит к выводу, что (а) Солнце и Земля обладают привилегированной системой отсчета и (б) наша Вселенная наделена абсолютным пространством (относительно которого Солнце мчится со скоростью 369 км с⁻¹ в направлении созвездия Льва).

20.04-01.354 В несолнечные миры: не общаться с "чужими"? Котов В.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2013. 109, № 1, с. 254-262. Рус.

Сейчас открыто более 840 экзопланет, и на некоторых из них, по мнению многих землян, могут быть внеземные цивилизации. Астрономы, однако, предупредили, что контакты с ними могут быть опасны для людей... Мы показываем, что Солнечная система — уникальное явление во Вселенной, внеземных цивилизаций нет, а Земля и Солнце, находясь в "антропном центре" Мира, предназначены для развития Человечества, и Космос как Суперкомпьютера. Этот вывод следует из анализа экзопланетных орбит, основанного на "когерентной космической пульсации" с периодом $P_0 \approx 9600.6$ с (обнаруженном у Солнца и некоторых внегалактических источников). Подчеркивается, что P_0 -явление не подвержено эффекту Доплера, будучи связанным, по-видимому, с абсолютным временем Вселенной, которое когда-то защищал Ньютон.

20.04-01.355 Постоянная Ньютона. Котов В.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2013. 109, № 1, с. 263-270. Рус.

На основе когерентного космического колебания (период 9600.6 с) и соотношений "тонкой настройки" между константами микро- и макромиров уточнена постоянная Ньютона: $G = 6.67543(2) \times 10^{-8} \text{ см}^3 \text{ г}^{-1} \text{ с}^{-2}$.

20.04-01.356 Фотосферный спектр "пре-фуора" V1331 Cyg: звезда или диск? Петров П.П., Бабина Е.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2014. 110, № 1, с. 5-15. Рус.

Переменная типа Т Тельца V1331 Cyg отличается интенсивным эмиссионным спектром, признаками высокого темпа потери массы, а также наличием кольцеобразных отражательных туманностей. По этим признакам звезда может быть отнесена к возможным кандидатам в "пре-фуоры". Фотосферный спектр звезды до сих пор не был зарегистрирован. В данной работе анализируются спектры высокого разрешения V1331 Cyg, полученные Дж. Хербигом с помощью спектрографа HIRES на телескопе Кек-1 в 2004 и 2007 гг. Впервые удалось обнаружить многочисленные линии фотосферного спектра звезды и определить спектральный класс: G7-K0 IV. Проекция скорости вращения оказалась меньше ширины инструментального профиля ($v \sin i < 6 \text{ км с}^{-1}$), что указывает на малый угол наклона оси вращения звезды к лучу зрения. Лучевая скорость звезды, определенная по линиям фотосферного спектра, $RV = -15.0 \pm 0.3 \text{ км с}^{-1}$. Различие в лучевой скорости между 2004 и 2007 гг. не превышает ошибки измерения. Фотосферный спектр значительно вуалирован, но фактор вуалирования (VF) не одинаков в раз-

ных спектральных линиях и зависит от интенсивности линии в спектре стандарта G7 IV. В наиболее слабых линиях ($EW = 5-10 \text{ мÅ}$ в спектре стандарта) $VF \approx 1$ и возрастает до 4-5 к более сильным линиям. Линии H α и H β имеют классический профиль типа P Cyg, указывающий на интенсивный ветер с максимальной скоростью $\sim 400 \text{ км с}^{-1}$. Кроме того, эмиссионные линии Fe II, Mg I, K I и некоторых других элементов сопровождаются узкими абсорбциями, смещенными в коротковолновую сторону на $-150-250 \text{ км с}^{-1}$. Эмиссионный спектр V1331 Cyg изобилует узкими ($FWHM = 30-50 \text{ км с}^{-1}$) линиями нейтральных и ионизованных металлов, указывающими на температуру возбуждения $T_{exc} = 3800 \pm 300 \text{ К}$. Оценены масса $M \approx 2.8 M_{\odot}$ и радиус $R \approx 5 R_{\odot}$ звезды.

20.04-01.357 Сверхтяжелые элементы в атмосферах магнитных звезд. Любимков Л.С. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2014. 110, № 1, с. 16-26. Рус.

Исследование содержания сверхтяжелых химических элементов в магнитных звездах было стимулировано в Крымской астрофизической обсерватории запуском космической станции "Астрон" в 1983 году, что позволило получать ультрафиолетовые спектры таких звезд. В настоящем кратком обзоре обсуждаются содержания очень тяжелых элементов (Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th и U) в атмосферах магнитных Ap-звезд и HgMn-звезд. Эти результаты были получены по спектрам звезд как в видимой, так и в ультрафиолетовой области. Данные, накопленные в течение более чем 30 лет, показывают, что для этих звезд характерны большие избытки таких элементов, достигающие 6-7 dex. Отмечается следующий важный факт: аномалии сверхтяжелых элементов являются продолжением тренда в аномалиях, характерных для менее тяжелых элементов. Поэтому можно предположить, что все эти аномалии, включая большие избытки сверхтяжелых элементов, имеют одно и то же объяснение. Кратко обсуждаются некоторые нерешенные проблемы.

20.04-01.358 Вековые изменения фотометрических параметров переменных звезд типа Миры Кита и полуправильных. Марсакова В.И. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2014. 110, № 1, с. 27-34. Рус.

Рассмотрены фотометрические свойства долгопериодических переменных звезд и проблемы их традиционной классификации. Приведен общий обзор вековых изменений таких параметров кривых блеска, как период, амплитуда, средний блеск, которые были исследованы в наших работах. Выделены несколько типов звезд типа Миры Кита по характеру вековых изменений периода, показана связь вековых изменений амплитуды некоторых переменных с влиянием мультипериодичности. Показано, что характер этих изменений и их числовые характеристики могут служить для классификации этих переменных звезд.

20.04-01.359 К вопросу о спектрах излучения. Нешпор Ю.И., Жовтан А.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2014. 110, № 1, с. 35-41. Рус.

На основании анализа опубликованных данных наблюдений внегалактических и галактических источников в разных диапазонах энергий делается заключение, что должен существовать такой механизм генерации излучения, при котором увеличение потока происходит только в узком диапазоне энергий, причем частицы более высоких энергий ускоряются более эффективно.

20.04-01.360 Спектрофотометрические каталоги и базы данных. Бурнашев В.И., Бурнашева Б.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2014. 110, № 1, с. 42-65. Рус.

Рассмотрены результаты абсолютных спектрофотометрических исследований. Описано применение результатов абсолютной спектрофотометрии для целей популяционного синтеза. Отмечены результаты наблюдений для разных звезд, приводится список некоторых каталогов, в том числе каталогов средних распределений энергии для звезд разных температур и светимостей, каталогов спектрофотометрических стандартов, внегалактических источников и теоретически рассчитанных спектров. Даны некоторые полезные ссылки и веб-адреса популярных сайтов.

20.04-01.361 Абсолютный спектрофотометрический каталог Аниты Кокран. *Бурнашев В.И., Бурнашева В.А., Рубан Е.В., Гаген-Торн Е.И. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 66-70. Рус.

Представлен в машиночитаемом виде абсолютный спектрофотометрический каталог Аниты Кокран, в котором сведены в единую систему результаты наблюдений, выполненных в течение 1977–1978 гг. в обсерватории Мак Дональд. Сравнение каталога с данными других авторов и сопоставление вычисленных широкополосных звездных величин блеска с результатами фотометрических наблюдений других авторов показали доброкачественность наблюдательного материала и возможность его использования в различных приложениях. Особую ценность каталога представляют наблюдения переменных звезд различных типов.

20.04-01.362 Определение содержание лития в солнечных пятнах, наблюдения 2011 года. *Барановский Э.А., Мусорина С.А., Таращук В.П. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 71-76. Рус.

Получены спектры солнечных пятен в областях линий LiI 6708 Å и некоторых линий FeI и CaI. Наблюдения проводились с ПЗС-камерой в январе и августе 2011 г. на телескопе БСТ-2 Крымской астрофизической обсерватории. Были рассчитаны модели пятен по наблюдаемым профилям линий FeI, CaI. По моделям пятен и наблюдаемым профилям линии LiI 6708 Å определена величина содержания лития: $\log(N_{Li})=0.98$ и 0.95 (в шкале $\log A(H)=12.0$).

20.04-01.363 Характеристики солнечных вспышек и их пространственное распределение в 22 и первой половине 23 цикла. *Ахтемов З.С. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 77-84. Рус.

В 22-м цикле солнечной активности (CR 1797 — CR 1864) рассмотрены 3246 $\text{H}\alpha$ вспышек, сопровождавшихся рентгеновским излучением мощностью $\geq 5 \cdot 10^{-6} \text{ Вт м}^{-2}$. За 33 оборота удельная мощность рентгеновского излучения вспышек монотонно возрастает в 4 раза от минимума цикла к его первому максимуму. Число вспышек в каждом обороте Солнца растет со временем немонотонно и непропорционально относительно числу солнечных пятен. Для всего временного интервала можно выделить несколько долготных интервалов с повышенной вспышечной активностью. Они существуют 5–10 оборотов. Сравнены характеристики вспышек за 33 оборота 22-го и 23-го циклов (CR 1797 — CR 1829 и CR 1929 — CR 1961). Солнце в 22-м цикле более активно, чем в 23-м.

20.04-01.364 Автоколлимационный компенсатор для контроля асферических поверхностей. I. Терребиж В.Ю. *Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 85-92. Рус.

Предложена оптическая схема компенсатора (нулькорректора) для контроля асферических поверхностей, которая позволяет 1) независимо проверить оптические элементы и сборку самого компенсатора и 2) адекватно установить компенсатор в схеме контроля данной поверхности. Тем самым удается преодолеть основные трудности, связанные с практическим использованием компенсаторов.

20.04-01.365 Метод изготовления и контроля крупногабаритных зеркал для космических телескопов. *Долгополов А.В., Долгополова Е.В., Стещенко Н.В., Черныя Я.Н. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 93-101. Рус.

Описан метод доводки формы поверхности крупногабаритных зеркал для космических телескопов до погрешности $\lambda/20$ и отработка этого метода на изготовлении ситаллового зеркала диаметром 2.6 м для телескопа ЗТШ.

20.04-01.366 Светосильный широкоугольный телескоп диаметром 180 мм. Конструкция. *Долгополов А.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 102-106. Рус.

Описана конструкция светосильного широкоугольного телескопа с диаметром входного зрачка 180 мм, фокусным расстоя-

нием 294 мм и угловым полем зрения 10° . Найдены оригинальные конструктивные решения для данного типа систем.

20.04-01.367 Юстировка солнечного башенного телескопа и спектрографа. Методическое пособие. *Степанян Н.Н., Суница Г.А., Малащук В.М. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2014. 110, № 1, с. 107-122. Рус.

Вопросы установки и юстировки башенного телескопа рассмотрены на примере телескопа БСТ-2 НИИ «КРАО». Авторы приводят оптические схемы телескопа и спектрографа, а также перечисляют основные требования к взаимному расположению отдельных узлов телескопа. Кроме того, описаны простые методы юстировки элементов телескопа и спектрографа.

20.04-01.368 Использование призмного телескопирования светового пучка для повышения спектрального разрешения и угловой дисперсии спектрометра. *Гулис И.М., Куреев А.Г. Приборы и методы измерений.* 2016. 7, № 1, с. 58-66. Рус.

Повышение угловой дисперсии и «щелевой» разрешающей способности дисперсионных спектрометров на основе дифракционной решетки за счет изменения ее параметров ограничено допустимым порядком дифракции и периодом; решения на основе модифицированных решеток (эшелле, голографических, иммерсионных) приемлемы в ограниченной области параметров и сложны в производстве, поэтому мало пригодны для использования в массовых приборах. В предлагаемом методе уменьшение «щелевого» предела разрешения обеспечивается одномерным расширением светового пучка в плоскости дисперсии посредством прохождения через наклонную призму перед падением на решетку. Увеличение угловой дисперсии обеспечивается сужением диспергированных пучков после решетки при прохождении через вторую наклонную призму. Показано, что «щелевой» предел разрешения в такой системе улучшается (уменьшается) приблизительно в число раз, равное угловому увеличению первой призмы (величина меньше единицы); угловая дисперсия увеличивается в число раз, равное угловому увеличению второй призмы. Проанализировано влияние френелевского отражения от граней призм, которое растет с увеличением их наклона относительно пучка, поэтому целесообразно с точки зрения повышения светопропускания системы увеличение разрешающей способности составляет 1,4–1,6 раза (при использовании просветления может достигать 2 и более раз). От аналогов метод отличается технологичностью реализации, поскольку используются простые оптические элементы — плоская отражательная дифракционная решетка и оптические клинья. Благодаря этому он может применяться для улучшения аналитических характеристик широкого класса дисперсионных спектрометров, в первую очередь малогабаритных.

20.04-01.369 Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии. *Безуглый М.А., Безуглая Н.В., Самияк А.Б. Приборы и методы измерений.* 2016. 7, № 1, с. 67-76. Рус.

Эллипсоидальная фотометрия с использованием прибора с зарядовой связью (ПЗС фотометрия) как новый вид оптической диагностики рассеивающих сред в отраженном и/или прошедшем свете требует разработки специфических принципов анализа полученных данных. Поэтому целью работы являлось обоснование принципов эллипсоидальной ПЗС фотометрии при реализации нового метода обработки данных о пространственном распределении рассеянного оптического излучения. Методика фотометрического анализа включает этапы определения области интереса изображения — части изображения, которая содержит необходимую информацию для последующей обработки, а также размеров, конфигурации и освещенности в соответствующих его зонах с учетом критериев оптимизации по форме и чувствительности выборки. Разработаны схемы зонного анализа фотометрических изображений для сред с радиально симметричным и направленным рассеянием. Рекомендовано использование метода сравнения с эталоном для исследования технических поверхностей и мутных сред с целью определения их шероховатости и оптических характеристик соответственно. При анализе биологических сред возможно прогнозировать пространственное распределение яркости изображений путем

статистического моделирования распространения оптического излучения в системе «биологическая среда + эллипсоидальный рефлектор». Это было подтверждено путем сравнения результатов численного (методом Монте-Карло) и реального эксперимента для разнотолщинных образцов мышечной свиной ткани в условиях *in vitro*. Параметры оптического излучения, используемые в качестве входящих данных для моделирования, соответствовали длине волны лазерного излучения 632,8 нм с гауссовым профилем распределения мощности 2 мВт. В качестве ПЗС приемника была использована монохромная камера DMK-21Au04.AS, а эллипсоидальные рефлекторы с эксцентриситетом 0,66 имели рабочее отверстие 33,75 мм. Полученные результаты зонного распределения освещенности по полю реальных и экспериментальных фотометрических изображений при биометрии показали корреляцию с коэффициентами полного пропускания, поглощения и диффузного рассеяния. Таким образом, установленная взаимосвязь может стать неотъемлемой частью усовершенствованных инверсных методов определения оптических параметров биологических сред.

20.04-01.370 Конструкция датчиков потоков космической плазмы на основе цилиндра Фарадея. *Мужуров Н.И., Гасенкова И.В., Андрухович И.М., Застенкер Г.Н., Бородюкова Н.Л., Костенко В.И., Каримов В.Т. Приборы и методы измерений. 2017. 8, № 4, с. 305-313. Рус.*

Важными задачами современных космических исследований являются изучение и непрерывные наблюдения процессов космической и метеорологической «погоды». Одним из электронных приборов для проведения таких исследований является датчик плазмы на основе цилиндра Фарадея. Цель работы состояла в разработке конструктивного варианта цилиндра Фарадея с прецизионными чувствительными (селектирующими) элементами в виде металлических сеточных микроструктур и четырехсекторным коллектором, не имеющего аналогов в мировой технике. Для формирования сеточных никелевых микроструктур разработан процесс создания с помощью фотолитографии матрицы из нанопористого анодного оксида алюминия как прецизионной формы (шаблона) для осаждения наноструктурированных металлических слоев. Разработаны методы проведения тестовых испытаний на механические (вибрационные) и термоциклические воздействия, соответствующие требованиям к космическим приборам. Сеточные микроструктуры сформированы в едином технологическом цикле с кольцами-держателями по периметру сетки, с квадратным 20×20 мкм² сечением полотна и ячейками размером 1×1 мм². Прозрачность каждой из сеток при нормальном падении света составила более 90 %. Габаритные размеры держателей и сеточных микроструктур: внутренние диаметры (34, 47, 60) $\pm 0,1$ мм, внешние диаметры колец (42, 55, 68) $\pm 0,1$ мм соответственно. Масса одной сетки составила менее 50 мг. Результаты испытаний продемонстрировали работоспособность разработанных сеточных микроструктур при многократных термоциклических воздействиях от -50 до $+150^\circ\text{C}$ и вибрационных и статических перегрузках, характерных при космических полетах. В составе приборов для проведения плазменных измерений в окрестности Земли и в межпланетном пространстве будут использованы шесть датчиков с различной угловой ориентацией. Это обеспечит возможность фиксирования ионов космической плазмы в телесном угле около 180° .

20.04-01.371 Разработка внефокусного облучателя на основе фазированной антенной решетки для параболической зеркальной антенны космической связи. *Довгша Д.В., Лешкевич С.В., Саечников В.А. Приборы и методы измерений. 2019. 10, № 3, с. 233-242. Рус.*

В системах спутниковой и космической связи и радиоастрономии широко используются зеркальные антенные системы. Развитие данных отраслей требует разработки новых эффективных антенных систем. Возможным техническим решением для создания эффективной зеркальной антенны является «гибридная» схема, когда адаптивная фазированная антенная решетка используется в качестве облучателя. Данная работа посвящена разработке внефокусного облучателя на основе фазированной антенной решетки для параболической зеркальной антенны космической связи. Целью работы являлась разработка опти-

ческой конструкции облучателя с выбором элемента решетки и проведением экспериментальных исследований выбранного конструктивного элемента. В качестве инструмента выбора конфигурации облучателя использован метод восстановления волнового фронта. Идея его использования заключается в воспроизведении облучателем электромагнитного поля падающей плоской волны с целью равномерного засвета апертуры зеркала антенны. Для выбора конструктивного элемента облучателя рассмотрены несколько антенн: патч-антенна, плоская спиральная антенна, коническая спиральная антенна. Определены требования к элементу фазированной антенной решетки. Проведено моделирование облучателя на основе перечисленных конструктивных элементов и проведена оптимизация геометрии облучателя по критерию максимального усиления. Максимальное усиление достигнуто конструкцией облучателя на основе конических спиральных антенн и составило 30,8 дБ, что для рассматриваемого раскрытия зеркала 2,4 м близко к традиционным фокусным схемам. Полученные результаты позволяют создать адаптивную антенную систему с возможностью компенсировать отклонения формы зеркала от теоретического профиля, а также фазовые искажения в атмосфере изменением весовых коэффициентов решеток.

20.04-01.372 Колокация [коллокация] высокоточных средств наблюдений на обсерваториях РСДБ-комплекса "Квазар-КВО". *Гаязов И.С., Ипатов А.В., Смоленцев С.Г. Прикладная физика и математика. 2013. № 2, с. 17-23. Рус.*

Рассматриваются особенности реализации системы колокации на базе обсерваторий отечественного радиоинтерферометрического комплекса «Квазар-КВО» (Институт прикладной астрономии Российской академии наук — ИПА РАН). Кратко изложены принципы колокации средств наблюдений, выполняемых методами космической геодезии для решения задач астрометрии, геодезии и геодинамики, включая изучение особенностей вращения Земли. Приведены общие сведения о техническом оснащении обсерваторий комплекса «Квазар-КВО» — как образцов современных станций колокации, а также об их роли в международных программах высокоточных наблюдений. Работа содержит также обзор работ по реализации принципа колокации на уровне данных в рамках функционирующей с 1995 г. в ИПА РАН службы параметров вращения Земли.

20.04-01.373 Основные достижения науки о движении Земли и перспективы ее развития. *Волжгин А.С. Прикладная физика и математика. 2013, № 2, с. 37-49. Рус.*

Приведены основные достижения науки о движении Земли и перспективы ее развития. Достижения науки хронологически разделены на четыре этапа. На первом этапе, с VI в. до н. э. по XVI в., когда Земля считалась неподвижной, а ее движение воспринимали в виде движения Солнца и сферы звезд. Основным достижением науки на этом этапе является то, что движение Солнца состояло из трех движений, с периодом в одни сутки, с периодом в один год и периодом около 26000 лет. То есть, учитывалась поступательная составляющая третьего движения Земли, названного автором орбитальной обкаткой Земли (ООЗ). На втором этапе, с XVI в. по XXI в., когда Земля считалась полуподвижной, из-за не учета ООЗ. Главным достижением науки было создание Коперником гелиоцентрической системы мира, в которой движение Земли состояло из трех движений. В качестве третьего движения Земли учитывалась вращательная составляющая ООЗ. Кеплер, Ньютон и Эйлер создали теоретическую основу для исследования первых двух движений Земли. Были проведены детальные исследования этих движений Земли и ее нутационных колебаний. А поступательная составляющая ООЗ ошибочно исследовалась в виде движения, не существующей в природе, точки весеннего равноденствия (прецессии). В начале XXI века начался третий этап в истории науки о движении Земли. После публикаций автора результатов исследования ООЗ, можно считать Землю полностью подвижной, с учетом трех ее движений и дрейфа. Описана физическая сущность ООЗ, определены параметры и установлен закон этого движения. Определена абсолютная угловая скорость суточного вращения Земли в пространстве. Определен дрейф Земли, который является причиной глобального изменения климата на Земле (чередование всемирных по-

топов и ледниковых периодов). Показано, что из-за не учета ООЗ происходит не правильная трактовка результатов астрономических измерений и физических опытов, связанных с движением Земли. Нулевой результат опыта Майкельсона по измерению скорости движения Земли является истинным. Фундаментальные выводы в науке, сделанные на основе ложной версии объяснения этого результата, являются абстрактными и не имеют научного и практического значения. Четвертый этап является перспективным развитием третьего этапа. Впервые в истории науки началось решение наиважнейшей научной задачи человечества — создание научной базы для разработки системы управления движением Земли. Разработана стратегия решения этой задачи.

20.04-01.374 Влияние движения Земли на изменение климата. *Волжсин А.С. Прикладная физика и математика.* 2013, № 5, с. 18-33. Рус.

Дано описание новой концепции движения Земли на основе четырех ее движений и показано их влияние на изменение климата. Обосновано, что кроме двух известных движений, суточного вращения и орбитального движения, Земля еще имеет третье движение, названное орбитальной обкаткой, и четвертое движение, названное дрейфом Земли, по аналогии с гироскопом. Показано, что дрейф Земли, а вместе с ней и ее оси, является астрономической причиной, наряду с экологической и катастрофической причиной, глобального изменения климата. С учетом четырех движений, создана новая концепция движения Земли и описана физическая сущность орбитальной обкатки и дрейфа, а также Земли в целом, и определены параметры этих движений. Показано, что прецессии (движения точки весеннего равноденствия), как таковой не существует, это есть поступательное движение центра масс Земли при ее качении по орбите. Обосновано, что два различных значения угловой скорости суточного вращения Земли, относительно Солнца и звезд, не соответствуют истинному значению угловой скорости вращения Земли в пространстве. Определено значение абсолютной угловой скорости суточного вращения Земли в пространстве. Показано, что систематический дрейф Земли вызывает периодическое замедление и убыстрение угловой скорости суточного вращения Земли, в данную эпоху идет процесс замедления. Проведен анализ влияния систематического дрейфа на глобальное изменение климата на Земле. Он вызывает периодическое чередование местами полярных и экваториальных областей Земли, а, следовательно, и миграцию климатических зон на Земле. В результате этого происходит чередование всемирных потопов и ледниковых периодов на Земле, которое вызывает гибель людей, животных и растений. Чтобы избежать глобального изменения климата и других катастроф предложено создать научную теоретическую базу для разработки системы управления движением Земли. Разработана стратегия решения этой наиважнейшей задачи человечества.

20.04-01.375 Прямое определение постоянной Хаббла из расстояния до Луны. *Миланич А.И. Прикладная физика и математика.* 2014, № 1, с. 26-28. Рус.

Обсуждается новая модель увеличения расстояния между Луной и Землей. В пределах точности эксперимента для лазерного измерения расстояний, увеличение соответствует модели расширяющейся Вселенной с постоянной Хаббла 96 км/сМпс (современное значение 67 км/сМпс). Это первая прямая оценка постоянной Хаббла альтернативная измерениям по красному смещению. Таким образом, основываясь на предложенной модели нет необходимости объяснять орбитальное движение Луны приливным ускорением. Также данная модель и результаты являются сильным аргументом против гипотезы старения света.

20.04-01.376 Каскадно-деградационная модель происхождения космических лучей и Вселенной. *Никеров В.А., Рухадзе А.А., Шолин Г.В. Прикладная физика и математика.* 2014, № 2, с. 3-8. Рус.

Степенной характер энергетического распределения космических лучей в широком диапазоне энергий свидетельствует об их каскадно-деградационном происхождении. Иными словами, каскад космических лучей имеет степенной энергетический вид не потому, что он ускоряется в ударных волнах или электромаг-

нитных полях, а потому что он каскад. Анализ и сравнение спектров космических лучей с типичными деградационными спектрами различных каскадных процессов позволяет сделать выводы о кинетике процессов возникновения и распространения космических лучей, в частности о дифференциальных вероятностях потери энергии и о вкладе каскадности, а также возможных механизмах возникновения Вселенной или ее существенных частей. Сделаны оценки энергии и количества первичных частиц космических лучей и Вселенной.

20.04-01.377 Сейсмогеофизические исследования Солнечной системы: активная сейсмология. *Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В., Богданов А.В. Прикладная физика и математика.* 2016, № 1, с. 56-74. Рус.

Существующие методы сейсмического исследования Луны, планет и спутников планет-гигантов сильно ограничены временными и весовыми рамками, что делает получение необходимой ключевой информации по внутреннему строению небесного тела практически невозможным. Так, для детального изучения Луны, включая центральную зону, необходимо проведение профильных наблюдений и/или создание малоапертурной группы. Для сейсмической аппаратуры длительность результирующей работы на Меркурии, Венере и многих спутниках Юпитера не превысит несколько часов. К тому же реально требовать от новых экспедиций одновременного геолого-геофизического мониторинга и доставки на Землю образца грунта. Всем вышеизложенным требованиям по эксплуатации и достижению указанных научных целей служат баллистические ствольные системы (БСС) различных модификаций: блок легких mortar, центральный ствол со служебной аппаратурой и пенетраторами специального назначения, метательными зарядами магазинного заряжания. Метательные заряды для проведения сейсмических профильных измерений выполняется по схеме упругого компактного тела, способного многократно отражаться от дневной поверхности небесного тела, лишенного атмосферы. В зависимости от типа экспедиции и научных задач формируется схема баллистической системы. Так, БСС на основе легких короткоствольных mortar может обеспечить изучение внутреннего строения Европы за 40—50 мин с момента посадки. Другой вариант БСС может обеспечить доставку пенетратора с лунным грунтом на Землю и/или забросить специального типа микродуноход в любой район Луны. Для реализации действующего макета установки на основе mortar и/или СВС получены расчетные соотношения и рабочие формулы для эскизного проектирования и для эксплуатации баллистических установок. Предлагаемая система надежна, ударостойка, проста в применении, не требует значительных капиталовложений.

20.04-01.378 Освоение Луны: состояние, перспективы. *Вахтин Б.И., Хаврошкин О.Б. Прикладная физика и математика.* 2016, № 4, с. 45-64. Рус.

Первоначально, когда эра космического прорыва в космическое пространство характеризовалась сильной финансовой поддержкой и существованием творческих коллективов высокого уровня, общее число выведенных на орбиты космических объектов (за 1957—1986 гг.) превысило 17 000. Подавляющее количество этих уникальных технических творений было создано двумя сверхдержавами тех времен — СССР и США. В материализации идей проникновения в космос основной вклад был за коллективными усилиями многих тысяч безымянных специалистов — ученых, конструкторов, рабочих. Их подвижнический труд принес заслуженную известность и славу ведущим исполнителям космических программ — генеральным конструкторам, ученым, первопроходцам космоса — подлинной элите космического сообщества. Если оперировать понятиями о роли личности в исторических событиях, то в истории мировой космонавтики выдающуюся роль сыграли две выдающиеся личности — Сергей Павлович Королев (СССР) и Вернер фон Браун (Германия, США). В предложенной работе сделана попытка заглянуть за горизонт событий и представить новое поколение космической техники, на 1-м этапе способной надежно и недорого освоить Луну.

20.04-01.379 Солнечный и астрофизический фактор, z-вариации JPS данных кальдер и вулканов: механизм взаимодействия. *Федотов С.А., Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В., Войко А.Н. Прикладная физи-*

ка и математика. 2016, № 6, с. 57-64. Рус.

Сделана попытка исследовать роль астрофизического фактора и Солнца в геофизических системах и процессах. С учетом ранее полученных результатов рассмотрен принципиальный вопрос — закономерности супервулкана, состояния североамериканского континента и сверх низких колебаний Земли в основном присущи только этим системам, или это более широкое явление. Для разрешения этой проблемы первоначально исследования были распространены на вулканы всего Североамериканского континента. Были учтены все доступные астрофизические параметры. К главным выводам следует отнести: тектонические модели планет, их динамика, волновые процессы должны включать и астрофизическую составляющую.

20.04-01.380 Полет на Марс: метод диагностики качества жидких растворов. *Крапивин В.Ф., Мкртчян Ф.А., Потапов И.И. Прикладная физика и математика.* 2017, № 1, с. 84-100. Рус.

Излагается новая технология диагностики жидкостей с применением инструментальных средств оптики и микроволновой радиометрии. Марсианская миссия связана с решением многих задач оперативной диагностики жидкостей (включая питьевую воду), медицинских растворов и жидкого топлива. Эта статья предлагает новый метод решения этих задач, как в процессе космического полета, так и на Марсе. Предлагаемый метод состоит в создании базы данных спектральных эталонов жидких растворов, полученных с помощью многоканального спектроэллипсометра или радиометрического комплекса, и используемых для адаптивного распознавания спектральных образов. Описаны алгоритмы идентификации спектральных образов жидких растворов с демонстрацией примеров их применения. Алгоритмы основаны на решении обратных задач спектроэллипсометрии и микроволновой радиометрии. Эти алгоритмы сравнены между собой на основе соответствующих экспериментальных измерений. Указаны задачи, решение которых необходимо реализовать для адаптации предложенной технологии к космическим условиям.

20.04-01.381 Солнечные нейтрино, монополю, дион, аксион: поисковые эксперименты. *Хаврошкин О.Б., Цылаков В.В. Прикладная физика и математика.* 2017, № 2, с. 3-10. Рус.

Развитие представлений о структуре (наборе) существующих элементарных частиц предусматривает существование магнитного заряда — монополя и диона — частицы с электрическим и магнитным зарядами, при этом монополю может стимулировать распад нуклона. Существуют предположения, что нейтрино при прохождении мощного магнитного поля также могут превращаться монополи. Для исследования вышеизложенных предположений были применены новые методы и схемы, впервые как детекторы частиц результативно использованные нами ранее.

20.04-01.382 Релятивистское магнитное поле движущегося незаряженного тела. *Герасимов С.А. Прикладная физика и математика.* 2017, № 2, с. 11-16. Рус.

Суммарная скорость двух электронов проводника, скорости которых относительно проводника равны по величине, но противоположны по направлению, в системе отсчета, относительно которой проводник движется, не равна нулю. Это может стать причиной возникновения магнитного поля. Существующие оценки предсказывают очень большую величину индукции магнитного поля в случае такой анизотропии распределения электронов по направлениям движения. Неясной остается роль распределения электронов по скоростям. Последовательный расчет, учитывающий все особенности релятивистского преобразования скоростей для прямолинейного движения полубесконечного проводника, приводит к решению задачи в квадратурах. При любом характере распределения электронов по скоростям, индукция такого магнитного поля пропорциональна квадрату средней скорости электронов в проводнике и не удовлетворяет теореме о полном токе. Чтобы теорема о циркуляции вектора магнитной индукции оставалась справедливой, необходимо учесть электрическое поле, создаваемое движущимися зарядами. Попытки изучить такой эффект экспериментально демонстрируют существенно меньшие значения

индукции магнитного поля. Поэтому актуальной становится задача расчета зависимости индукции магнитного поля от времени при гармоническом движении незаряженного полубесконечного проводника. Форма сигнала близка к синусоидальной, что позволяет зарегистрировать индукцию магнитного поля порядка 10^{-7} Тл любым методом, позволяющим изучать периодические слабые сигналы.

20.04-01.383 Гравитационное красное смещение в оптических вихрях. *Портнов Ю.А. Прикладная физика и математика.* 2017, № 3, с. 12-16. Рус.

Величина гравитационного красного смещения была математически рассчитана и экспериментально измерена еще в XX веке. Конец XX века принес в оптику новое понятие оптический вихрь, это свет обладающий орбитальным моментом импульса. Основная гипотеза данной работы состоит в том, что величина красного смещения для оптического вихря будет меньше, чем для обычных световых волн. Для подтверждения этой гипотезы, к электромагнетизму применяется математический аппарат семимерного пространства-времени. Затем величина гравитационного красного смещения для оптических вихрей сравнивается с величиной для обычных электромагнитных волн.

20.04-01.384 Инверсия времени и картина Вселенной. *Челноков М.Б. Прикладная физика и математика.* 2017, № 5, с. 3-6. Рус.

Рассматривается инверсия времени. Предлагается идея спутникового эксперимента для проверки полученных результатов. Показано, что с учетом инверсии времени направление течения времени в разных системах отсчета и в разных областях Вселенной может быть взаимно противоположным. С учетом этого обстоятельства понятие возраста Вселенной и представление о ее начале в Большом Взрыве теряют свой смысл.

20.04-01.385 О Кеплеровой задаче и ее практических приложениях. *Петров А.М. Прикладная физика и математика.* 2017, № 5, с. 47-70. Рус.

Анализ классической Кеплеровой задачи и ее приложений показывает преимущество применения в динамических задачах на вращения математического аппарата алгебр с векторным делением, в качестве альтернативы векторно-тензорной алгебре, использующей аппарат частных производных и составляющей основу созданной в XIX века, но все еще актуальной, методологии лагранжианов-гамильтонианов.

20.04-01.386 Наблюдаемая величина доли светящейся материи Ω_l в космологической константе Ω_Λ служит прямым свидетельством оптимизированности Вселенной. *Observed luminous matter fraction Ω_l of the cosmological constant Ω_Λ directly evidences Universe optimization. Mccorkindale J.C., Rhodes Ch.K. Прикладная физика и математика.* 2017, № 6, с. 11-17. Англ.

Продemonстрировано, что на основе общего криптографического принципа на количественном уровне может быть достигнуто согласование значений трех фундаментальных физических параметров, при чем данные значения согласуются с имеющимися экспериментальными данными. Таковыми параметрами являются постоянная тонкой структуры α также космологические константы Ω_Λ и Ω_m . В «анатомию» соответствующей теории явным образом встроена оптимизация криптографической системы, достигаемая максимизацией сложности структуры ее подгрупп. Ниже показано, что наблюдаемая доля светящейся материи ($\Omega_l = \%$) на качественном уровне соответствует рассматриваемой оптимизации, так как оптимальное шифрование информации в космологической константе Ω_Λ уникальным образом приводит к теоретическому результату, состоящему в том, что $\Omega_l = 4,884\%$. Таким образом, четверка $\alpha, \Omega_\Lambda, \Omega_m, \Omega_l$ является выражением некоего замечательного оптимизированного высказывания. Показано, что наблюдаемая доля светящейся материи Ω_l имеет тот смысл, что вселенная функционирует согласно некоторому принципу стационарной точки. Одновременное предсказание существования стерильного нейтрино ν_s с массой 27,486 МэВ и сопутствующей светящейся материи Ω_l темной материи Ω_Λ , которые могут быть взаимно соотношены с концепцией Белых Карликов равнозначных нейтрино в пределе Чандрасекара является свидетельством наличия большого числа взаимосвязей, с необходимостью присутствующих в

рассматриваемой оптимизированной конфигурации. Таким образом, вселенная представляет собой оптимизированную динамическую систему, а следовательно, и совершенное творение.

20.04-01.387 Аналитическая модель транспорта фотонов и ускоренных частиц через слои вещества в приближении обобщенной диффузии. средний пробег, коэффициенты отражения и прохождения, распределения частиц и энерговклада по координате. *Никеров В.А. Прикладная физика и математика.* 2018, № 3, с. 3-15. Рус.

Последовательно сформулирована аналитическая модель транспорта фотонов и ускоренных частиц через слои вещества в приближении обобщенной диффузии, основанная на предельных случаях прямолинейного и диффузионного транспорта, а также их сшивке. Рассчитаны и проанализированы средние длины пробега частиц вдоль координаты. Выведены аналитические формулы для коэффициента объемного отражения частиц от поверхности среды в прямолинейном и диффузионном приближении и их зависимость от угла падения пучка частиц на поверхность. Выведены аналитические формулы для средней потери энергии и средней энергии отраженных от слоя вещества частиц, а также их зависимость от угла падения пучка частиц на поверхность. Выведена аналитическая формула для коэффициента отражения энергии пучка от поверхности среды в диффузионном приближении для широкого круга сред, а также ее зависимость от угла падения пучка частиц на поверхность. Выведены аналитические формулы для коэффициента прохождения частиц через слой вещества в прямолинейном и диффузионном приближении и их зависимость от угла падения пучка частиц на поверхность. Получен вид распределения частиц и энерговклада по глубине слоя. Аналитически обоснована возможность пространственного максимума энерговклада пучка частиц, рассчитана глубина расположения этого максимума, а также ее зависимость от угла падения пучка частиц на поверхность. Сделаны оценки применимости и каналы погрешности аналитической модели транспорта фотонов и ускоренных частиц через слои вещества в приближении обобщенной диффузии.

20.04-01.388 Спектрально-гистограммный метод параметрического резонанса анализа чандлеровской прецессии. *Хрусталева А.Б. Прикладная физика и математика.* 2018, № 4, с. 20-29. Рус.

С помощью разработанного автором спектрально-гистограммного метода параметрического резонанса рассмотрены особенности чандлеровской прецессии. Показано, что чандлеровская прецессия является нелинейным и нестационарным процессом. С помощью спектрального анализа определены основные периоды, а анализ СВАН- и резонансных диаграмм показывает изменение основных периодов с течением времени и значимость этих периодов.

20.04-01.389 Наблюдение солнечной вспышки на нейтринном телескопе. *Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Прикладная физика и математика.* 2019, № 3, с. 7-10. Рус.

Впервые, используя при исследовании активности Солнца нейтринный телескоп и АНРИ эффект, была зарегистрирована солнечная вспышка невысокого класса. Учитывая высокий теоретический и прикладной интерес к при роде и проявлению солнечных вспышек, отметим, что нейтринный телескоп расширяет возможности исследователя: показано существование нейтринной компоненты солнечной вспышки.

20.04-01.390 Возможность использования интерферометра с механическим делением луча лазера для проверки второго постулата СТО и пассивной радиолокации. *Менде Ф.Ф. Прикладная физика и математика.* 2019, № 5, с. 24-31. Рус.

Многочисленные эксперименты по проверке второго постулата специальной теории относительности, в которых использовался интерферометр Майкельсона или его аналоги показали, что этот постулат выполняется с высокой точностью. Эксперименты проводились, когда источник излучения находился как непосредственно в атмосфере, так и за её пределами. В последнем случае в качестве источника излучения использовались

звёзды. В статье показано, что интерферометр Майкельсона непригоден для таких измерений, поскольку в нём для деления луча используются полупрозрачные зеркала. Решить эту проблему позволит интерферометр с механическим делением луча. Показано, что использование такого интерферометра открывает новые перспективы развития пассивной радиолокации.

20.04-01.391 О квантовом законе Хаббла и физико-математических основаниях альтернативной космологии. *Антипенко Л.Г. Прикладная физика и математика.* 2019, № 6, с. 10-17. Рус.

Подвергается пересмотру устоявшаяся интерпретация закона красного смещения Хаббла, в которой этот закон считается главным аргументом в пользу современной ортодоксальной космологии (Большой взрыв, расширение, инфляция, ускоренные расширения, тёмная энергия и пр.). Отмечается, что когда в рассмотрение вводят отношение скорость—расстояние, то неравномерно подстраивают эффект красного смещения электромагнитного излучения под эффект Доплера. Это порождает ряд ошибочных выводов, содержащихся в космологической модели Вселенной Эйнштейна—Фридмана. Основная ошибка состоит в *petitio principii* и конкретно выражается в том, что пространственное расширение Вселенной соотносят с ходом времени, а ход времени — с расширением пространства. Предлагаемая здесь квантовая трактовка хаббловского закона позволяет избавиться от *petitio principii*. В её основе лежит представление времени в форме спинорного, а не тензорного, исчисления. Она открывает перспективу формирования альтернативной космологии.

20.04-01.392 Спектр сейсмического отклика на вспышку сверхновой SN1987A. *Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Прикладная физика и математика.* 2019, № 6, с. 49-56. Рус.

Вариации при анализе записей гамма-радиоактивности имеют широкий спектр периодов (от несколько минут до суток и более), все спектры содержат достоверные периоды собственных солнечных осцилляций (до 40 периодов), длинные солнечные периоды обнаружены также в колебаниях Земли и Луны. Обнаруженные эффекты взаимодействия потока нейтрино с источниками гамма-излучения позволяют более глубоко исследованию Солнца, сейсмичности Земли и проведению других прикладных исследований. Далее такой эффект получил название «аномальное нейтринное радиоизотопное поглощение», (АНРИ-эффект). Изучение периодичностей наиболее эффективно при мониторинге γ -радиоактивности. Очень важно знать при использовании АНРИ-эффекта величину сечения захвата нейтрино с радиоактивными элементами. Для определения используют два метода: один — это весы Кавендиша, другой — тепловый. Рассмотрение и применение этих двух совершенно разных методов оценки сечения захвата с учетом необычайности зарегистрированного АНРИ эффекта стало исключительно важным. Кругильные весы Кавендиша КВК позволили экспериментально определить сечение захвата радиоактивных изотопов при воздействии потока солнечных нейтрино ($\sim 10^{-12}$). Полученные результаты позволили перейти к новому исследованию — характерным особенностям взаимодействия нейтринного потока от вспышки сверхновой, Солнца и Земли, специальных детекторов.

20.04-01.393 Телескоп нейтрино: проблемы и решения. *Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Прикладная физика и математика.* 2020, № 1, с. 10-18. Рус.

A brief review is given of the existing methods and devices currently used for recording astrophysical mostly solar neutrinos. These structures, as a rule, have significant, often cyclopean dimensions, insignificant sensitivity and difficulties in determining the direction to the neutrino source. New types of neutrino telescope are described, which are based on the physical effect of anomalous neutrino radioisotope (ANRI) absorption. One type has a high sensitivity, small dimensions, low cost, but also how all existing ones determine the direction of neutrino arrival through the interaction tracks. The other type of telescope, while maintaining these advantages, points to a neutrino source similarly to an optical one — by the direction of the axis of the design structure not on the neutrino interaction tracks, but on their

source. The results of a successful test of the current layout are given. **Ключевые слова:** астрофизические нейтрино, аномальное нейтринное радиоизотопное (ANRI) поглощение, нейтринные телескопы на основе эффекта ANRI.

20.04-01.394 Солнце, Земля, радиоактивная руда: общая периодичность. *Хаврошкин О.Б., Цыплаков В.В. Прикладная физика и математика.* 2020, № 1, с. 45-51. Рус.

20.04-01.395 Новый взгляд на Млечный путь. *Рейд Марк, Чжэн Синьву. В мире науки.* 2020, № 6, с. 4-13. Рус.

Сотни лет назад первопроходцы переплывали океаны и пересекали неизведанные континенты, чтобы составить карту Земли, а за минувшую половину столетия космические аппараты сфотографировали большую часть нашей Солнечной системы. И тем не менее, хотя мы уже неплохо знаем свои галактические окрестности, картина более обширного пространства — галактики Млечный Путь в целом — остается смазанной. Представьте, что мы посылаем космический корабль в путешествие за пределы нашей Галактики, которое займет много миллионов лет, и, оглянувшись, делаем фотографию: ясно, что это практически невозможно.

20.04-01.396 Об особенностях свечения и абляции метеороидов Геминид в земной атмосфере. *Бабаджанов П.Б., Коновалова Н.А. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2006. 49, № 1, с. 15-22. Рус.

Among 11 bright Geminid meteors photographed at the Institute of Astrophysics, Tajik Academy of Sciences, 3 displayed distinct high-frequency (more than 100 Hz) pulsations of brightness, or flickering. Different possible meteoroid ablation mechanisms causing the flickering of the bright Geminids are discussed. The obtained results allow us to conclude that the observed high-frequency flickering of Geminid fireballs may be explained by an autofluctuating mechanism of the meteoroid ablation.

20.04-01.397 Исследование пылевых оболочек молодых звезд VX CAS, VV и DD Ser. *Миникулов Н.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2006. 49, № 1, с. 23-27. Рус.

The light curves of VX Cas, VV and DD Ser are studied in Institute of astrophysics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan for 40—50 years on the photographic observations. It is established, that the reason of light changes of these variables is existence around of them about 100 000 dust clouds, eclipsing these stars from time to time.

20.04-01.398 Плотность и пористость метеороидов. *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2006. 49, № 6, с. 493-500. Рус.

According to the theory of quasi-continuous fragmentation and on the basis of light curves of meteors photographed in Tajikistan and Ukraine (Kiev and Odessa) the mean bulk and mineralogical densities of meteoroids belonging to nine meteoroid streams and the sporadic background have been determined. The bulk densities δ of meteoroids vary in the range from 0.4 g cm⁻³ (Leonids) to 2.9 g cm⁻³ (Geminids) (table). The mineralogical densities δ_m of meteoroids range from 2.2 to 3.4 g cm⁻³, i.e. significantly greater than meteoroids bulk densities. This is indicative on the large porosity (to 83%) of meteoroids and their parent bodies - comets and asteroids.

20.04-01.399 Фотографические наблюдения болидов в Таджикистане. *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2007. 50, № 1, с. 27-36. Рус.

Beginning from 2006 at two observatories (GisAO and Sanglokh) of the Institute of Astrophysics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan the systematic double-station photographic observations of fireballs are carrying out by the all-sky cameras equipped with the fish-eye objectives Zeiss Distagon ($f=30$ mm, $D/F=1:3.5$) of the field of view equal to 180°. In the method of astrometric reduction of fireball photographs it were used the empirical formulae for converting the measured coordinates to horizontal celestial coordinates. These formulae contain 12 unknown constants which must be determined by the least squares and iteration methods. A bright fireball TN030406 of minus 6.6

absolute magnitude flew on the night of April 3/4, 2006 on the East of the Sanglokh observatory. The results of astrometric reduction of its photographs shows, that the meteoroid produced the fireball had initial velocity equal to 37.8 km/s and before the entering the Earth at atmosphere it moved on high eccentricity and high inclined orbit what is typical for comets. The fireball was found to be belong to the π -Herculids shower with the maximum of activity in the period of the third decade of March and the first decade of April.

20.04-01.400 Астероидно-метеороидный комплекс Писцид. *Бабаджанов П.Б., Вильямс И.П., Кожирова Г.И. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2007. 50, № 2, с. 114-123. Рус.

It is now accepted that some NEOs may be dormant or dead comets. One strong indicator of cometary nature is the existence of an associated meteoroid stream with its consequent observed meteor showers. We identify a complex of four NEOs (1997GL3, 2000PG3, 2002GM2, and 2002JC9) that have very similar orbits and a likely common progenitor. We also calculate the theoretical shower parameters for any meteor shower that may be associated with this complex. Finally we have carried out of a search of existing catalogues of meteor showers and fireballs, and found that activity has been observed corresponding to each of the theoretically predicted shower. We have conclude that the complex of four NEOs are the result of a cometary break-up.

20.04-01.401 Периодические изменения блеска молодых звезд UX Ориона и SU Возничего. *Миникулов Н.Х., Абдуллоев С.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2007. 50, № 3, с. 232-236. Рус.

The light curves of young variable stars UX Ori and SU Aur are created from archive data of Institute of astrophysics of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan and other sources. It is established that periodic light variations of young stars UX Ori and SU Aur occurs to duration of 36.4 and 29.8 years, accordingly. It is supposed that such periodic light variations are connected with existence a planetary system around these stars.

20.04-01.402 О скорости образования ионов углерода в кометах. *Шоёкубов Ш.Ш., Хашимов Н.М. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2008. 51, № 1, с. 24-27. Рус.

Carbon ions formation rate during bombarding of cometary ice surface by charged solar particles (hydrogen protons) is calculated in this work. Experimentally obtained Na⁺, K⁺, Rb⁺, Cs⁺ and Ar⁺ positive ions emission coefficients are used to accomplish this task.

20.04-01.403 Переменность блеска АК Скорпиона. *Миникулов Н.Х., Абдуллоев С.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2008. 51, № 2, с. 102-106. Рус.

The data from archive of the Institute of astrophysics AS RT and other sources were attracted for study of the light variability nature of the young star AK Sco. The analysis of observational data has shown that the light change of AK Sco is connected with eclipse of the central double star system by large-scale dusty clouds, which rotate around it.

20.04-01.404 О механизме разрушения и плотностях метеороидов по результатам совместных фоторадиолокационных и радиотелевизионных наблюдений. *Коновалова Н.А., Нарзиев М. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2008. 51, № 4, с. 264-270. Рус.

The observed light curves of combined radar-television and photo-radar meteors were studied within the framework of the single body theory and the theory of meteoroid quasi-continuous fragmentation. The bulk densities of the showers and sporadic meteoroids were determined and it is showed that the quasi-continuous fragmentation is the basic mechanism of disintegration of meteoroids.

20.04-01.405 Общие закономерности деления ядра и образования аномального хвоста комет. *Ибадинов Х.И., Буриев А.М., Сафаров А.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2008. 51, № 10, с. 730-734. Рус.

In cleanse are resulted the basic results of statistical research of nucleus splitting of comets and formations of an abnormal tail at them.

20.04-01.406 Околосемные астероиды среди метеороидного роя Йота Акварид. *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 3, с. 192-199. Рус.

It is shown that the near-Earth asteroids 2002JS2, 2002PD11, and 2003MT9 have very similar orbits and probably common origin. We investigate the orbital evolution of these asteroids under the perturbing action of planets and calculate the theoretical shower parameters for any meteor shower that may be associated with these asteroids. Finally we have carried out a search of existing catalogues of meteor showers and fireballs, and found that activity has been observed corresponding to each of the theoretically predicted shower. We have conclude that this asteroidal-meteoroidal complex are the result of a cometary breakup.

20.04-01.407 Фотографические наблюдения болида потока Таурид. *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Хамроев У.Х.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 8, с. 598-605. Рус.

As a result of astrometric and photometric reduction of the corresponding photographs of the fireball TN121107a the data on atmospheric trajectory, coordinates of radiant, orbit in interplanetary space, light curve, photometric mass and mineralogical density of meteoroid produced fireball were obtained, which it turned out belonged to the meteor shower South Taurids. The obtained value of meteoroid porosity is in accordance with results of laboratory measurements of porosity of carbonaceous chondrites and interplanetary dust particles, and confirms the porosity structure of the comet 2P/Encke - parent body of South Taurids meteoroids.

20.04-01.408 Распад ядра кометы 17P/Холмса. *Ибадинов Х.И., Буриев А.М.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52, № 9, с. 685-687. Рус.

On the basis of 273 CCD observations of comet 17P/Holmes in Hisar astronomical observatory the time of splitting of comet nucleus and the scattering speed of a fragment are founded.

20.04-01.409 Эволюция орбиты и метеорные потоки околосемного объекта 2004СК39. *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53, № 2, с. 110-116. Рус.

Исследование эволюции орбиты околосемного объекта 2004СК39, движущегося по кометоподобной орбите, показывает, что данный объект является четырехкратным пересекателем орбиты Земли и, возможно, связанный с ним метеороидный рой может породить четыре метеорных потока, наблюдаемых в феврале и октябре. Поиск среди опубликованных в различных каталогах метеорных и болидных потоков показал, что все четыре теоретически предсказанных метеорных потока являются активными в настоящее время. Орбита и существование родственных метеорных потоков доказывают, что объект 2004СК39 является угасшим ядром кометы.

20.04-01.410 Наблюдения астероида 2010AL30. *Миникулов Н.Х., Гулямов М.И., Абдуллоев С.Х.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53, № 4, с. 263-266. Рус.

Анализируются наблюдения нового астероида 2010AL30. Построена кривая блеска и найден период вращения астероида. Предполагается, что астероид имеет вытянутую форму.

20.04-01.411 Аномальный болид метеороидного потока Леонид. *Кожирова Г.И., Литвинов С.П., Хамроев У.Х.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53, № 9, с. 674-678. Рус.

В период фотографических наблюдений в ноябре 2009 г. болидной сетью Таджикистана сфотографированы 16 болидов, принадлежащих известному метеороидному потоку Леонид. В результате фотометрической обработки, методом моделирования наблюдаемой кривой блеска на основе теории квазинепрерывного дробления, а также согласно вычисленному РЕ критерию, оказалось, что один из этих типично кометных метеороидов имел плотность, характерную для каменных тел, составляющую $3.5-3.7 \text{ г-см}^{-3}$. Это первая регистрация аномально плотного метеороида Леонид, подтверждающая предположение о

неоднородном составе кометы 55P/Темпеля—Туттля — родительского тела метеороидного потока Леонид.

20.04-01.412 Скорость образования отрицательных ионов углерода в кометах. *Шоёжубов Ш.Ш.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53, № 10, с. 770-774. Рус.

Экспериментально-аналитическим методом вычислена скорость формирования отрицательных атомарных и молекулярных ионов углерода при бомбардировке поверхностного слоя ядра кометы заряженными солнечными частицами (солнечными протонами). Для вычисления скорости образования отрицательных ионов были использованы экспериментально полученные коэффициенты ионно-ионной отрицательной эмиссии при бомбардировке поверхности льда из смеси $\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2$ ионами Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ и Ar^+ .

20.04-01.413 Геофизические параметры суперболида 23 июля 2008 г. (Таджикистан). *Коновалова Н.А., Алимов О.А.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 4, с. 286-289. Рус.

Представлены сведения о наблюдавшемся 23 июля 2008 года в Таджикистане суперболиде -20.7 звездной величины, оставившим в атмосфере Земли стойкий пылевой след. Приводятся результаты определения высоты яркой вспышки суперболида, горизонтальной скорости дрейфа следа на этой высоте, радиуса акустического источника и размера возмущенной области, в которой произошло основное выделение энергии болида.

20.04-01.414 Семейство околосемных астероидов кометного происхождения. *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 6, с. 457-464. Рус.

The orbital evolution of the 9 near-Earth asteroids discovered in 2003-2008 was investigated and it was found that all of them theoretically are associated with the same meteoroid stream which can produce four meteor showers. As a result of the search in published catalogues of observable showers these theoretically predicted showers were identified with the active night-time χ -Scorpiids and δ -Scorpiids, and day-time Northern and Southern Lybrids. Moving on nearly identical comet-like orbits of these 9 objects and existence of related active meteor showers indicate that these asteroids are in fact dormant comet nuclei or fragments of a larger cometary body, and should be considered as the constituent components of the Scorpiids meteoroid stream producing mentioned showers. Consequently, this meteoroid stream consists not only of small, but also large bodies of meter- and decameter-sizes, which represent a long-term danger for the Earth and space vehicles.

20.04-01.415 Околосемный астероид 2004MB6 и его фрагменты. *Кожирова Г.И.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 7, с. 542-548. Рус.

В 2009 г. болидной сетью Таджикистана сфотографированы 2 ярких болида, согласно РЕ критерию имеющих астероидное происхождение. Радианты и орбиты болидов оказались близкими между собой и с тремя метеороидообразующими болидами, сфотографированными Канадской болидной сетью. В результате поиска возможного родительского тела этой группы среди околосемных астероидов (ОЗА) оказалось, что их орбиты весьма близки к орбите ОЗА 2004MB6. Для проверки выявленного родства исследована эволюция орбит 2004MB6 и метеороида, производшего болид TN170809a. Результаты показывают, что оба объекта имеют хорошо совпадающие вековые изменения элементов орбит и значения критерия схожести их орбит не превышают 0.14 в течение всего времени. Мы предполагаем, что исследуемые метеороидообразующие болиды порождены фрагментами ОЗА 2004MB6 и эти крупные тела являлись составной частью астероидного метеороидного роя, родительским телом которого является 2004MB6.

20.04-01.416 Регистрация суперболида 23 июля 2008 г. сейсмической сетью цифровых станций Таджикистана. *Коновалова Н.А., Рислинг Л.И., Улубиева Т.Р.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 8, с. 638-642. Рус.

Приводятся результаты анализа данных комплексной реги-

страции светового и сейсмического возмущения, сгенерированного полётом и взрывом в атмосфере Земли суперболида, наблюдавшегося в Таджикистане 23 июля 2008 г. в 14 ч 45 мин Мирового времени. Показано, что достаточно высокая чувствительность сейсмометров Геофизической службы, которыми оснащена сейсмическая сеть Таджикистана, позволяет эффективно использовать её для регистрации не только землетрясений, но и сейсмосигналов, производимых вторжением в атмосферу Земли крупных, достигающих метровых и более размеров космических тел - болидов.

20.04-01.417 Распределение метеороидов по динамическому и физическому критериям. Кожирова Г.И. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54, № 9, с. 732-736. Рус.

В результате фотографических наблюдений метеоров в Институте астрофизики АН РТ за период 1957—1983 гг. получены базисные снимки 570 метеоров, для которых основные параметры атмосферных траекторий, радианты, элементы орбит и кривые блеска приведены ранее. В данной статье приведено распределение орбит этих метеоров на кометные и астероидальные по критерию Тиссеранда, а также по высотам погасания метеоров определен РЕ критерий и получено распределение метеороидов по плотности.

20.04-01.418 Исследование скорости извержения крупной пыли из ядра комет по наблюдениям их аномального хвоста. Ибадинов Х.И., Сафаров А.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 3, с. 207-211. Рус.

По наблюдениям аномального хвоста определена скорость извержения крупной метеороидной пыли из ядра 20 комет.

20.04-01.419 Астероид апофис и связанные с ним болиды. Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Обрубов Ю.В. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 7, с. 555-560. Рус.

Исследована эволюция орбиты АСЗ Апофис на интервале времени 12000 лет и вычислены геоцентрические координаты радиантов и скорости, а также определены даты активности теоретически родственных с ним метеорных потоков. В результате поиска по болидным наблюдениям для северной и южной ветвей ночного потока найдено по два болида с параметрами, близкими с предсказанными, возможно являющимися фрагментами астероида Апофис.

20.04-01.420 Ретроградный болид TN120912 и его блеск. Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Хамроев У.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 9, с. 715-720. Рус.

12 сентября 2012 г. на астрономических обсерваториях Института астрофизики АН РТ в Гиссаре и Санглюхе был сфотографирован уникальный болид —8 звездной величины. В результате астрометрической обработки полученных снимков выявлено, что болид двигался по ретроградной (обратной) орбите, характерной для комет. Наклон орбиты к эклиптике составляет 174° . В результате фотометрической обработки снимков болида, полученных одновременно камерами с вращающимся объективом и без него, экспериментально определена поправка к звездной величине болида за влияние этого объектива.

20.04-01.421 Метеорные потоки астероида 2008ВО16. Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 10, с. 795-799. Рус.

В результате исследования эволюции орбиты астероида, сближающегося с Землей (АСЗ), 2008ВО16, показано, что связанный с ним теоретический метеороидный рой порождает четыре метеорных потока. По имеющимся наблюдениям теоретические потоки отождествлены с наблюдаемыми ночными с Каприкорнидами и Сагиттаридами, а также дневными с Каприкорнидами и Каприкорниды—Сагиттаридами. Сделан вывод о кометной природе АСЗ 2008ВО16 и его связи с АСЗ (2101) Адонис и 1995CS.

20.04-01.422 Болидный поток с Каприкорниды. Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Хамроев У.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 11, с. 873-

879. Рус.

В период 2010—2011 гг. болидной сетью Таджикистана были сфотографированы три болида, принадлежащие потоку с Каприкорниды. В результате астрометрической и фотометрической обработки полученных снимков определены атмосферные траектории, радианты, скорости, орбиты, кривые блеска болидов, а также фотометрические массы метеороидов, породивших эти болиды. С учётом наблюдений ещё шести болидов этого потока в Канаде и США определены период активности потока, который составляет 5—24 июля, а также впервые среднесуточное смещение радианта с Каприкорнид, равное по прямому восхождению $\Delta\alpha=0.6^\circ$ и по склонению $\Delta\delta=0.3^\circ$. Координаты среднего радианта составляют $\alpha=300.4^\circ$ и $\delta=-12.4^\circ$ при долготе Солнца $L_\odot=115.6^\circ$, которая соответствует 18 июля.

20.04-01.423 Кометная природа потенциально опасного астероида 2007СА19. Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Обрубов Ю.В. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 4, с. 292-298. Рус.

Околосредней потенциально опасный объект 2007СА19 согласно эмпирическому критерию Тиссерана относится к угасшим кометам. Исследование эволюции орбиты этого объекта показывает, что он четырежды пересекает орбиту Земли за один цикл изменения аргумента перигелия от 0 до 360 градусов. Если этот астероид действительно является угасшей кометой, то в прошлом он мог образовать метеороидный рой. Этот рой может порождать 4 активных метеорных потока, если дисперсия в аргументах перигелия метеороидов составляет 360 градусов. Используя элементы орбиты 2007СА19 на моменты пересечения с орбитой Земли, были вычислены теоретические радианты возможных метеорных потоков. Поиск ночных потоков по результатам наблюдений показал, что этими потоками могут быть Северные и Южные Эта-Виргиниды. Два дневных потока, возможно связанных с 2007СА19, были выявлены нами из базы данных метеорных орбит Международного Астрономического Союза (МАС). Выявленная взаимосвязь метеороидного роя и объекта 2007СА19 подтверждает его кометное происхождение.

20.04-01.424 Динамика и скорость образования сложных ионов в кометах. Шоёкубов Ш.Ш., Шоёкубов Ш., Ибрагимов А.А. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 6, с. 477-482. Рус.

Путём лабораторного моделирования кометного явления методом масс-спектрального анализа исследованы динамика и скорость образования сложных ионов при бомбардировке кометного материала из смеси H_2O и CO_2 в твёрдой фазе положительными ионами ^{133}Cs энергией 1.5 КэВ. При вычислении использованы масс-спектральные результаты лабораторного моделирования кометных явлений и метод пропорциональности коэффициентов эмиссии.

20.04-01.425 Определение радиальной скорости солнечного ветра по ПЗС наблюдениям плазменного хвоста кометы C/2012 S1 (ISON). Ибрагимов А.А., Шоёкубов Ш.Ш., Абдуллоев С.Х., Буриев А.М., Асоев Х.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 7, с. 563-566. Рус.

На основе ПЗС наблюдений кометы C/2012 S1 определены её экваториальные координаты и радиальная скорость солнечного ветра на моменты наблюдения.

20.04-01.426 Относительная фотометрия астероида Шейла. Киселев Н.Н., Рахматуллаева Ф.Д., Антонюк А.К., Питъ Н. Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 11-12, с. 823-827. Рус.

Представлены результаты фотометрических наблюдений астероида 596 Шейла, проведённые на 1.25 м телескопе АЗТ-11 Крымской астрофизической обсерватории в период 30 мая — 4 июня 2011 г. Получено 438 изображений астероида в стандартных фильтрах BVRI с помощью ПЗС камеры FLI 1024. Астероид относится к классу недавно выявленных объектов, неожиданно проявивших кометную активность. Анализ полученных данных показал, что астероид сохранил видимое значение блеска, несмотря на столкновение с малым телом в декабре 2010 г., приведшим к вспышке блеска и появлению кометной

активности астероида. Сделан вывод, что столкновение астероида Шейла не было катастрофичным, т.е. не привело к его полному распаду.

20.04-01.427 О родстве астероида 2003ЕН1 и кометы 96Р/Мачхолца 1. *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Обрубов Ю.В. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 1, с. 32-37. Рус.

Исследована дифференциальная эволюция орбит кометы 96Р/Мачхолца 1 и околоземного астероида 186256 (2003ЕН1) на интервале времени 28000 лет под действием планетных возмущений. Вычислен D_{sh} критерий Саутворта и Хокинса близости орбит и его изменение за этот период. Показано, что комета и астероид могут быть фрагментами ядра одной и той же более крупной кометы-родоначальницы комплекса Квадрантид. Дробление кометы-родоначальницы, возможно, произошло около 9500 лет назад. Околоземный объект 2003ЕН1 в действительности является угасшим осколком ядра прародительской кометы. Сделан вывод, что комета 96Р/Мачхолца 1, околоземный астероид группы Аполлона — 186256 (2003 ЕН1) и метеороидный рой Квадрантид образуют комплекс родственных объектов.

20.04-01.428 Наблюдение потенциально опасного астероида 2014SS1. *Абдуллоев С.Х., Кожирова Г.И., Минукулов Н.Х., Мулло-Абдолов А.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 2, с. 119-124. Рус.

Проведены фотометрические наблюдения астероида, сближающегося с Землей, 2014SS1, отнесенного к классу потенциально опасных объектов. Построена кривая блеска астероида и оценен период его вращения.

20.04-01.429 Фотометрия двойного астероида, сближающегося с Землей, (285263) 1998QE2. *Абдуллоев С.Х., Минукулов Н.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 3, с. 216-220. Рус.

Проведены фотометрические наблюдения двойного астероида, сближающегося с Землей, (285263) 1998QE2. Построена кривая блеска астероида и найден период его вращения.

20.04-01.430 Фотометрия астероида (24533) Kokhirona. *Абдуллоев С.Х., Минукулов Н.Х., Хамроев У.Х., Ибрагимов А.А., Буриев А.М., Асоев Х.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 4, с. 297-301. Рус.

Проведены фотометрические наблюдения сближающегося с Землей астероида (24533) Kokhirona. Построена кривая блеска и найден период вращения.

20.04-01.431 Результаты наблюдений долгопериодической кометы С/2011 L4 (PANSTARRS). *Буриев А.М., Абдуллоев С.Х., Хамроев У.Х., Ибрагимов А.А., Аюбов Д.К., Асоев Х.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 5, с. 383-388. Рус.

Наблюдения кометы С/2011 L4 (PANSTARRS) проведены в Гиссарской астрономической обсерватории и Международной астрономической обсерватории Санглох Института астрофизики АН РТ в мае-июне 2013 г. В результате астрометрической и фотометрической обработки полученных цифровых изображений определены положения, орбита и блеск кометы. Показано, что комета не подвергалась каким-либо посторонним воздействиям в виде столкновений, которые могли бы привести к внезапной вспышке её яркости.

20.04-01.432 Годовая активность метеорито-производящих болидов и их источники. *Коновалова Н.А. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 7, с. 577-582. Рус.

Исследована годовая активность метеорито-производящих болидов и метеороидных групп, которые предположительно могут содержать метеорито-производящие болиды. Приводятся результаты определения физических характеристик метеорито-производящих болидов, инструментально наблюдавшихся в Таджикистане. Среди околоземных объектов (NEOs) проведен поиск родительских тел, которые на основе критерия близости орбит могут быть источниками метеорито-производящих болидов.

20.04-01.433 О вращении материальной точки, движущейся в гравитационном поле по гиперболической орбите. *Усманов З.Д. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 9, с. 793-797. Рус.

Получено в явном виде выражение угловой переменной, характеризующей собственное вращение твердого тела, через истинную аномалию и четыре произвольные константы интегрирования. Установлена специфика вращения тела при его удалении в бесконечность.

20.04-01.434 Скорости выброса метеороидных частиц из ядер комет. *Ибадинов Х.И., Сафаров А.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 11, с. 983-989. Рус.

По наблюдениям аномальных хвостов определены время и скорость выброса метеороидных частиц из ядер комет. Предложены возможные механизмы образования аномальных хвостов комет.

20.04-01.435 Об измерении близости орбит небесных тел, имеющих общее происхождение. *Кожирова Г.И., Холмиевников К.В., Бабаджанов П.Б., Хамроев У.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2015. 58, № 12, с. 1084-1090. Рус.

Рассмотрены существующие и новые метрики, позволяющие измерять расстояния между орбитами небесных тел. Результаты сравнения орбит родственных объектов двух известных астероидно-метеороидных комплексов, полученные на основе применения этих метрик, показывают хорошее согласие между ними.

20.04-01.436 Объект 2015ТВ145: астероид или угасшая комета? *Бабаджанов П.Б., Кожирова Г.И., Хамроев У.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2016. 59, № 1-2, с. 33-40. Рус.

Астероид, сближающийся с Землей (АСЗ), 2015ТВ145 открыт 10 октября 2015 г., а уже 31 октября он сближился с Землей на минимальном расстоянии. По полученным радиолокационным снимкам астероида сделано предположение, что в действительности он является угасшим кометным ядром. Для проверки предположения авторами исследована дифференциальная эволюция орбиты АСЗ 2015ТВ145 на интервале времени 100000 лет под действием планетных возмущений. Показано, что астероид за один цикл изменения аргумента перигелия его орбиты, примерно 40 тыс. лет, пересекает орбиту Земли восемь раз. Следовательно, если объект имеет кометную природу, то он может иметь родственный метеороидный рой, порождающий восемь метеорных потоков, наблюдаемых на Земле. Вычислены параметры теоретических потоков, связанных с 2015ТВ145, и во всех опубликованных каталогах проведен поиск наблюдаемых потоков идентичных теоретически предсказанным. Оказалось, что семь из восьми предсказанных метеорных потоков отождествлены с наблюдаемыми активными потоками. Сделан вывод, что околоземный объект 2015ТВ145 является действительно угасшим ядром родительской кометы выявленного роя.

20.04-01.437 Влияние дифференциальных планетных возмущений на критерии близости орбит. *Кожирова Г.И., Обрубов Ю.В., Влайков Н.Д. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2016. 59, № 7-8, с. 310-319. Рус.

На основе исследования дифференциальной эволюции орбит комет 2Р/Энке, 96Р/Мачхолца и астероида 3200 Фазтон мы оценили диапазоны изменений T_e критерия Тиссерана относительно Земли, -постоянных Лидова, критерия Саутворта и Хокинса, критерия Друммонда, критерия Йопека, критерия Валсекки и др. под действием дифференциальных планетных возмущений. При вычислениях по методу Эверхарта на интервале времени 30000 лет мы учитывали притяжение от всех восьми больших планет, включая и их взаимные возмущения. Показано, что наиболее сильно действию планетных возмущений подвержены критерии Саутворта и Хокинса, Друммонда и Йопека. Относительно небольшие изменения испытывают большие полуоси орбит, критерий Тиссерана, постоянные и критерий.

20.04-01.438 Наблюдения потенциально опасного астероида 2016LX48 в Международной астрономиче-

ской обсерватории Санглох. *Кожирова Г.И., Крючков С.В., Николенко И.В., Баканас Е.С., Мулло-Абдолов А.Ш., Хамроев У.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2016. 59, № 11-12, с. 471-476. Рус.

На телескопе Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) Института астрофизики АН РТ проведены астрометрические и фотометрические наблюдения астероида 2016LX48, отнесенного к классу потенциально опасных объектов. Определены его координаты и построены кривые блеска в фильтрах В, V, R и I.

20.04-01.439 Эволюция фотометрических параметров короткопериодической кометы 8P/Туттля и солнечная активность. *Ибадичов Х.И., Асоев Х.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2016. 59, № 11-12, с. 477-482. Рус.

Изучена эволюция фотометрических параметров кометы 8P/Туттля примерно за 220 лет наблюдений. Выявлена зависимость абсолютной яркости кометы от активности Солнца. Небольшие колебания значений элементов орбиты кометы не имеют заметного влияния на фотометрические параметры кометы.

20.04-01.440 Наблюдения высокоорбитальных космических объектов В Международной астрономической обсерватории Санглох. *Важтигарев Н.С., Кожирова Г.И., Хамроев У.Х., Мулло-Абдолов А.Ш., Чазов В.В. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 1-2, с. 42-49. Рус.

На телескопе Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) Института астрофизики АН РТ проведены позиционные и фотометрические наблюдения избранных космических объектов геостационарной области. Определены их координаты, элементы орбит и оценен блеск.

20.04-01.441 О родстве астероидов (2101) Адонис и 1995CS. *Кожирова Г.И., Бабаджанов П.Б., Холмиевников К.В., Хамроев У.Х., Миланов Д.В. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 7-8, с. 301-307. Рус.

На основе существующих и новых метрик измерено расстояние между орбитами родственных объектов известного астероидно-метеороидного комплекса s—Каприкорнид. Результаты хорошо согласуются между собой. Найдено время наибольшей схожести орбит, которое можно рассматривать как момент фрагментации общего тела.

20.04-01.442 Скорость формирования кластерных ионов в кометах. *Шоёкубов Ш.Ш. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 7-8, с. 308-312. Рус.

Путем лабораторного моделирования кометного явления масс-спектральным методом исследованы скорости образования положительных и отрицательных кластерных ионов на поверхности ядра кометы под воздействием корпускулярных частиц солнечного ветра. При вычислении скоростей образования ионов использован метод пропорциональности коэффициентов эмиссии.

20.04-01.443 Астероид (2469) Tajikistan во время минимального расстояния от Земли в 2015 г. *Кожирова Г.И., Абдуллоев С.Х., Хамроев У.Х., Аюбов Д.К. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 9, с. 410-416. Рус.

Проведены астрометрические и фотометрические наблюдения астероида (2469) Tajikistan в момент минимального расстояния от Земли в период 16—21 августа 2015 г. Определены координаты астероида, построена кривая блеска, найден период его вращения, оценены геометрические особенности объекта, площадь поверхности и масса.

20.04-01.444 Наблюдения потенциально опасного астероида 2014JO25 в Таджикистане. *Кожирова Г.И., Девяткин А.В., Хамроев У.Х., Буриев А.М., Баканас Е.С., Горшанов Д.Л., Абдуллоев С.Х., Юсупов М.З., Мулло-Абдолов А.Ш., Ибрагимов А.А., Сафаров А.Г. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 10, с. 490-500. Рус.

Представлены результаты астрометрических и фотометрических (в фильтрах BVRI) наблюдений потенциально опасного астероида 2014JO25, проведенных на телескопах Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох и АЗТ-8 Гиссарской астрономической обсерватории, в период его сближения с Землей в апреле 2017 г. Определены координаты объекта, получены видимый и абсолютный блеск астероида в четырех фильтрах и показатели цвета. Кривые блеска показывают, что яркость объекта практически не изменилась за время наблюдений и абсолютное значение блеска соответствует эфемеридной величине. Оценки диаметра и периода вращения астероида по нашим наблюдениям хорошо согласуются с имеющимися данными.

20.04-01.445 Синхронные наблюдения двойного астероида 2005UP156 на Санглохе и в Симеизе. *Кожирова Г.И., Хамроев У.Х., Крючков С.В., Николенко И.В., Барабанов С.И., Баканас Е.С., Мулло-Абдолов А.Ш., Абдуллоев С.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2017. 60, № 11-12, с. 560-568. Рус.

На телескопах Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) Института астрофизики АН РТ и Симеизского отделения Крымской астрофизической обсерватории (КрАО РАН) проведены синхронные астрометрические и фотометрические наблюдения астероида 2005UP156, отнесенного к классу полностью синхронизированных двойных систем. Определены его координаты, видимый и абсолютный блеск в фильтрах BVRI, показатели цвета, оценены диаметр объекта и период вращения. Сопоставительный анализ совместных наблюдений показал хорошую совместимость полученных результатов.

20.04-01.446 Исследование сканера "MICROTEC ScanMaker 1000XL Plus" для создания каталога душанбинской части проекта "ФОН". *Рахими Ф., Мулло-Абдолов А.Ш., Кожирова Г.И., Рельке Е.В., Йулдошев К.Х., Процок Ю.И., Андруж В.Н. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2018. 61, № 2, с. 144-152. Рус.

С помощью сканера "Microtec ScanMaker 1000XL Plus" планируется оцифровать около 1600 пластинок, полученных по проекту ФОН в Институте астрофизики АН Республики Таджикистан. Данная работа выполнена с целью детального исследования параметров сканера и оценки точности метода обработки фотопластинок. Для оценки точности сканера на основе программ в среде LINUX/MIDAS/ROMAFOT обработаны шесть последовательных сканов одной фотопластинки и для астрометрических и фотометрических ошибок получены, соответственно, следующие значения $\sigma_{xy} = \pm 0.054$ пк и $\sigma_m = \pm 0.020^m$. Астрометрическая точность обработки звездного поля в системе каталога Tycho-2 составляет $\sigma_{\alpha\delta} = \pm 0.13'$. Найденные характеристики являются вполне пригодными для оцифровки фото-материалов.

20.04-01.447 Группы метеорито-производящих тел с кометными орбитами семейства Юпитера. *Ибадичов Х.И., Коновалова Н.А., Ибрагимов А.А., Давруков Н.Х., Калашичкова Т.М. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2018. 61, № 2, с. 153-158. Рус.

Рассмотрены семейства малых тел Солнечной системы, содержащие кометы из семейства Юпитера, метеорито-производящие метеороиды, образовавшиеся в результате фрагментации их родительских тел, и метеориты углистые хондриты. Группирование в семейства перечисленных объектов устанавливалось на основе анализа их орбит с использованием критерия близости D_{SN} .

20.04-01.448 Результаты наблюдений астероида (596) Scheila в обсерватории Санглох. *Кожирова Г.И., Иванова А.В., Рахматуллаев Ф.Д., Хамроев У.Х., Абдуллоев С.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2018. 61, № 3, с. 250-260. Рус.

Представлены результаты астрометрических и фотометрических в фильтрах BVRI наблюдений активного астероида (596) Scheila, проведенных на телескопе Zeiss-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох 16-17 июня и 30 июля - 1 августа 2017 г. Определены координаты объекта, получен видный блеск астероида в четырех фильтрах, абсолютный

блеск в фильтрах V и R и показатели цвета. Анализ кривых блеска астероида не выявил существенных изменений блеска в период наблюдений. Величина абсолютного блеска близка к эфемеридному значению, оценки диаметра и периода вращения астероида по нашим наблюдениям хорошо согласуются с имеющимися данными. Анализ полученных данных показал, что астероид продолжает сохранять абсолютное значение блеска и другие характеристики, несмотря на столкновение с малым телом в декабре 2010 г., приведшим к вспышке блеска и появлению кометной активности астероида. Вероятнее всего столкновение астероида Scheila не было катастрофичным и не привело к его полному распаду.

20.04-01.449 **Динамические свойства потенциально метеоритообразующих метеороидов по наблюдениям болидной сети Таджикистана.** *Кожирова Г.И., Бабаджанов П.Б., Хамроев У.Х., Файзов Ш.Б., Латипов М.Н.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 4, с. 338-349. Рус.

Представлены результаты изучения наблюдательных данных 25 болидов, сфотографированных болидной сетью Таджикистана в 2006-2011 гг., классифицированных как потенциально метеоритообразующие. Данные болидные явления предположительно могли завершиться выпадением метеоритов с массами от 1 до 100 г. Приведены данные траекторий, скоростей, орбит, блеска болидов и внеатмосферных масс метеороидов и выявлена сильная зависимость между ними. Показано, что основной приток метеоритообразующих метеороидов в земную атмосферу связан с телами астероидного происхождения, однако некоторые метеориты, возможно, могут произойти от тел, имеющих кометопоподобные орбиты и, с высокой вероятностью, кометной природы.

20.04-01.450 **Определение орбиты астероида 2014JO25 по наблюдениям в Таджикистане.** *Кожирова Г.И., Львов В.Н., Цекмейстер С.Д., Горшанов Д.Л., Девяткин А.В., Хамроев У.Х., Буриев А.М.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 5, с. 440-446. Рус.

Представлены результаты определения орбиты потенциально опасного астероида 2014JO25 на основе наблюдений, проведенных на телескопах Цейсс-1000 Международной астрономической обсерватории Санглох и АЗТ-8 Гиссарской астрономической обсерватории в период его сближения с Землей в апреле 2017 г. Для вычисления первоначальной орбиты использованы координаты объекта, полученные в результате астрометрической обработки наблюдений обеих обсерваторий, затем орбита астероида была улучшена. Обработка, вычисление и улучшение орбиты проведены по методикам, разработанным в Пулковской обсерватории. Результат оказался близким к орбите астероида, зарегистрированной в Международном Центре малых планет (MPC).

20.04-01.451 **Физические свойства потенциально метеоритообразующих метеороидов по наблюдениям болидной сети Таджикистана.** *Кожирова Г.И., Бабаджанов П.Б., Хамроев У.Х., Файзов Ш.Б., Латипов М.Н.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 6, с. 546-554. Рус.

Приведены данные, характеризующие физические свойства 25 метеороидов, классифицированных как потенциально метеоритообразующие по наблюдениям болидной сети Таджикистана в 2006—2011 гг.: кривые блеска и особенности свечения болидов, фотометрические массы и плотности метеороидов. Внеатмосферные массы находятся в интервале от 120 г до 13 кг, конечные фотометрические массы — от 1 до 100 г и, предположительно, болидные явления могли завершиться выпадением метеоритов с таким диапазоном масс. Показана зависимость между яркостью и первоначальными массами, конечными массами и конечными высотами. Согласно эмпирическому критерию конечных высот, все болиды принадлежат I и II болидным группам и, следовательно, порождены метеороидами, состоящими из хондритов, которые относятся к астероидному материалу. Высокая плотность субстанции пяти метеороидов с кометопоподобными орбитами, принадлежащим известным метеорным потокам, является нетипичной для кометных тел. Сделан

вывод, что основной приток метеоритообразующих метеороидов в земную атмосферу связан с телами астероидного происхождения, однако некоторые метеориты, возможно, могут произойти от тел, имеющих кометопоподобные орбиты и, с высокой вероятностью, кометной природы.

20.04-01.452 **Наблюдения кометы 41P/Туттля—Джакобини—Кресака в период ее сближения с Землей в астрономических обсерваториях Таджикистана.** *Кожирова Г.И., Буриев А.М., Хамроев У.Х., Бабаджанов Е.С., Мулло-Абдолов А.Ш., Абуллоев С.Х.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 7-8, с. 620-630. Рус.

В Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) и Гиссарской астрономической обсерватории (ГисАО) Института астрофизики АН РТ проведены квазисинхронные астрометрические и фотометрические наблюдения короткопериодической кометы семейства Юпитера 41P/Туттля—Джакобини—Кресака во время ее близкого подхода к Земле в апреле 2017 г. Определены координаты кометы и вычислена орбита, найден видимый и абсолютный блеск в фильтрах BVRI, а также инструментальный показатель цвета кометы, получена оценка диаметра ядра кометы. Результаты наблюдений в МАОС и ГисАО хорошо согласуются между собой, а также с данными мировых наблюдений.

20.04-01.453 **Комплексные наблюдения кометы 29P/Швассмана—Вахмана 1 в обсерватории Санглох.** *Кожирова Г.И., Иванова А.В., Буриев А.М., Хамроев У.Х., Рахматуллаева Ф.Д.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 9-10, с. 742-751. Рус.

В Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) Института астрофизики АН РТ проведены астрометрические и фотометрические наблюдения кометы 29P/Швассмана—Вахмана 1 в июле—августе 2017 г. Несмотря на короткий период обращения, эта комета относится к относительно новой группе малых тел, называемых кентаврами. Определены координаты кометы и вычислена орбита, найден видимый и абсолютный блеск в фильтрах BVRI, а также показатель цвета кометы, получена оценка диаметра ядра кометы. Результаты наблюдений в МАОС хорошо согласуются с данными мировых наблюдений.

20.04-01.454 **Исследование движения и вариаций блеска объектов космического мусора по наблюдениям в обсерватории Санглох.** *Чазов В.В., Кожирова Г.И., Баатигараев Н.С., Хамроев У.Х., Мулло-Абдолов А.Ш.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 11-12, с. 848-852. Рус.

В 2018 г. в Международной астрономической обсерватории Санглох (МАОС) Института астрофизики АН РТ продолжены исследования космического мусора. Проведено два сеанса наблюдений фрагментов космического мусора. Для наблюдавшихся объектов вычислены координаты и звездная величина, элементы орбит, параметры вращения. Приводятся оценки точности определения координат, элементов орбит и прогноза движения.

20.04-01.455 **Метеороиды персеид по наблюдениям болидной сети Таджикистана: I. Динамические свойства.** *Кожирова Г.И., Бабаджанов П.Б., Хамроев У.Х., Латипов М.Н., Файзов Ш.Б.* Доклады академии наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 1-2, с. 43-55. Рус.

Фотографические наблюдения активности метеорного потока Персеид проведены болидной сетью Таджикистана во время максимума потока в течение 2007-2011 гг. За этот период сфотографировано 29 болидов Персеид. Данные болиды порождены метеороидами, превышающими по размеру мелкие пылевые частицы, которые образуют явление метеоров. В результате астрометрической и фотометрической обработки полученного наблюдательного материала определены атмосферные траектории, скорости, орбиты, кривые блеска болидов, а также фотометрические массы и плотности метеороидов. Сфотографированные болиды являются достаточным массивом данных для анализа физико-динамических свойств крупноразмерных метеороидов Персеид. В данной работе представлены результаты исследования их динамических свойств.

20.04-01.456 Группы метеоритообразующих болидов и обыкновенных хондритов типа L3.5-N5 на кометоподобных орбитах. *Ибадинов Х.И., Коновалова Н.А., Давружов Н.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2019. 62, № 1-2, с. 56-61. Рус.

Представлены результаты исследования о существовании групп метеоритообразующих болидов и метеоритов типа L3.5-N5 на землересекающих орбитах типа JFCs. Близость орбит болидов и метеоритов в группах устанавливалась на основе двух динамических критериев близости D_{SH} и D_D .

20.04-01.457 Метеороиды персеид по наблюдениям болидной сети Таджикистана: II. Физические свойства. *Кожирова Г.И., Бабаджанов П.Б., Хамроев У.Х., Латипов М.Н., Файзов Ш.Б. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2019. 62, № 3-4, с. 166-174. Рус.

Приведены данные, характеризующие физические свойства 29 болидов Персеид по наблюдениям болидной сети Таджикистана в 2006—2011 гг.: кривые блеска и особенности свечения болидов, фотометрические массы и плотности метеороидов. Внеатмосферные массы находятся в интервале от 1 до 100 г. Показана зависимость между яркостью и внеатмосферными массами, начальными и конечными высотами и внеатмосферными массами. Кривые блеска являются типичными для кометных тел и свидетельствуют об их интенсивной фрагментации в земной атмосфере. Согласно эмпирическому критерию конечных высот, большинство болидов принадлежат IIIA и IIIB болидным группам и, следовательно, порождены метеороидами, состоящими из рыхлого кометного материала. Однако 12 болидов относятся к II группе и, следовательно, порождены телами более плотной астероидной субстанции. Наличие таких тел среди кометных метеороидов Персеид подтверждает предположение о неомогенном составе родительской кометы.

20.04-01.458 Вспышечная активность астероида донкихот по наблюдениям в обсерватории Санглюх. *Кожирова Г.И., Иванова А.В., Рахматуллаева Ф.Дж. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2019. 62, № 5-6, с. 292-302. Рус.

Представлены результаты многоцветных оптических наблюдений астероида (3552) Дон Кихот, проведенных в Международной астрономической обсерватории Санглюх в июле 2018 г. Определен видимый и абсолютный блеск астероида в фильтрах VRI. Анализ кривых блеска астероида показал значительное изменение блеска в период наблюдений — от 11.5 до 13.1 абсолютных звёздных величин. Столь существенное изменение блеска свидетельствует о вспышке астероида, следовательно, нами зафиксирована его активность, подтверждающая кометное происхождение объекта. Показатель цвета по нашим наблюдениям соответствует величинам для ядер угасших комет и астероидов D типа. Оценки эффективного диаметра астероида по наблюдениям через 10 суток после вспышки хорошо согласуются с имеющимися данными, что свидетельствует о том, что к этому моменту вспышка прекратилась. Показано, что объект, очень вероятно, является ядром угасшей кометы.

20.04-01.459 Результаты квазисинхронных наблюдений астероида Фаэтон. *Кожирова Г.И., Хусарик М., Карташова А.П., Иванова А., Баканас Е., Соколов И., Буриев А.М., Хамроев У.Х. Доклады академии наук республики Таджикистан.* 2019. 62, № 9-10, с. 541-548. Рус.

Проведены комплексные совместные наблюдения астероида (3200) Фаэтон в период его сближения с Землей в 2017 г. Главной целью мониторинга явился поиск каких-либо признаков кометной активности астероида, возможно, комы или пылевого хвоста перед прохождением перигелия. Ряды наблюдений получены с использованием малых и средних телескопов с диаметрами зеркал от 0.61 до 2 м, и BVR фильтров. Для моделирования 3D геометрической фигуры Фаэтона использованы три наиболее продолжительных фотометрических серии. Оценен диаметр астероида и его показатели цвета, определены координаты и траектория объекта. Кометная активность Фаэтона не обнаружена.

20.04-01.460 Анализ точности астрометрической обработки наблюдений с использованием различных программ. *Кожирова Г.И., Буриев А.М. Доклады академии*

наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 7-8, с. 425-433. Рус.

Приведены результаты оценки точности астрометрической обработки наблюдений, выполненной с использованием программных пакетов АПЕКС-II и Astrometrica. Для астрометрии использованы наблюдения астероида (596) Шейла, проведенные на телескопе Цейсс-1000 в Международной астрономической обсерватории Санглюх ИА АН РТ. Показано, что лучшую точность определения координат обеспечивает АПЕКС-II.

20.04-01.461 О возможности создания космического комплекса для доставки марсианского грунта на Землю на основе научно-технического задела по проекту «ЭкзоМарс». *Смульский А.В. Космонавтика и ракетостроение.* 2020. № 2, с. 133-142. Рус.

Рассматривается возможность создания космического комплекса (КК), предназначенного для доставки марсианского грунта на Землю, на базе основных элементов и систем космических аппаратов (КА) с применением двухпусковой схемы, реализуемых в настоящее время согласно проекту «ЭкзоМарс». Приводятся оценки характеристической скорости и массы взлётной ракеты (ВР), выводящей на круговую орбиту Марса спускаемый аппарат (СА) с образцами грунта, при использовании ракетного двигателя твёрдого топлива (РДТТ). Представляются рекомендации по разработке и использованию магнитной системы захвата СА орбитально-возвратным космическим аппаратом (ОВКА) с учётом её небольшой массы, простоты, надёжности и обратимости действия.

20.04-01.462 Распределение экзопланет по массам в зависимости от спектрального класса родительских звезд. *Ананьева В.И., Иванова А.Е., Векстерн А.А., Таверов А.В., Кораблев О.И., Верто Ж.Л. Астрономический вестник.* 2020. 54, № 3, с. 195-207. Рус.

Исследованы распределения по массам трех групп экзопланет: транзитных планет, открытых телескопом им. Кеплера, транзитных планет, обнаруженных наземными наблюдательными программами и спутником CoRoT, и планет, обнаруженных методом лучевых скоростей у близких красных карликов (M). Рассмотрены распределения по массам транзитных планет «Кеплера» в зависимости от спектрального класса родительских звезд (F, G, K). Приняв во внимание наиболее значимые факторы наблюдательной селекции, различные для каждой группы планет, показано, что распределения экзопланет по массам могут быть описаны универсальным степенным законом с показателем степени близким к -2 : $dN/dm \propto m^{-2}$. Статистически значимого различия для планет, обращающихся вокруг звезд с различными спектральными классами (F, G, K, M) не обнаружено.

20.04-01.463 Параметрический метод моментов решения уравнения коагуляции смолуховского в теории аккумуляции пылевых тел в допланетном диске. *Колесниченко А.В. Астрономический вестник.* 2020. 54, № 3, с. 208-224. Рус.

Применительно к проблеме объединения пылевых частиц, являющихся основным структурообразующим элементом планетезималей в допланетном облаке, предлагается параметрический метод моментов решения интегро-дифференциального уравнения Смолуховского, описывающего дисперсию коагуляцию дискового вещества. Рассмотрен параметрический подход к нахождению функции распределения допланетных тел по размерам, основанный на диаграмме Пирсона, при помощи которой вполне удовлетворительно отыскиваются соответствующие распределения по их первым четырем моментам. Этот подход особенно эффективен, когда необходимо знание только общих свойств функций распределения коагулирующих тел по объемам и их временная эволюция. Поскольку кинетика процессов укрупнения допланетных тел существенным образом зависит от конкретного вида ядер коагуляции, то в работе предложен достаточно общий метод их аппроксимации, позволяющий получить для них упрощенные выражения. В качестве практического приложения параметрический метод моментов продемонстрирован на ряде примеров роста допланетных тел. Полученные результаты обеспечивают новый продуктивный подход к решению ключевой проблемы звездно-планетной космогонии, связанной с объяснением процесса роста межзвездных

пылевых частиц до крупных планетезималей.

20.04-01.464 Глубинные грунтозаборные устройства для будущих российских лунных полярных миссий. Литвак М.Л., Носов А.В., Козлова Т.О., Михальский В.И., Перхов А.С., Третьяков В.И. *Астрономический вестник*. 2020. 54, № 3, с. 225-246. Рус.

Представлен обзор как ранее использовавшихся лунных глубинных грунтозаборных устройств (ГГЗУ), так и новых прототипов таких устройств, разработанных для исследования лунного полярного реголита в рамках будущих лунных проектов, а также рассмотрены различные по техническим параметрам и компоновочным решениям варианты ГГЗУ, предназначенных для будущих российских лунных миссий.

20.04-01.465 Частота падений метеоритов и болидов. Дудоров А.Е., Еретнова О.В. *Астрономический вестник*. 2020. 54, № 3, с. 247-259. Рус.

Проведен статистический анализ 926 зарегистрированных падений метеоритов с 1860 по 2017 г. Построенное распределение метеоритов по массам аппроксимируется логнормальным законом. Показано, что средний интервал между регистрациями падений метеоритов, подобных метеориту Chelyabinsk, составляет ~25 лет. Автокорреляционным методом исследована зависимость числа падающих за год метеоритов от времени. Обнаружена (10–11)-летняя периодичность у группы Н хондритов, железных и железокремнистых метеоритов на интервале с 1860 по 1960 г. Распределения числа зарегистрированных падений метеоритов по годам, месяцам и времени суток сопоставлены с аналогичными распределениями для болидов. Максимальное число болидов приходится на 2005 и 2015 годы, что позволяет предположить наличие (10–11)-летнего цикла в распределении числа болидов по годам. Отмечено, что большая часть падений метеоритов приходится на интервал времени от полудня до полуночи и на весенне-летний период. Число регистрируемых болидов не зависит ни от времени суток, ни от времени года.

20.04-01.466 Поиск молодых пар астероидов на близких орбитах. Кузнецов Э.Д., Розаев А.Е., Плавова Е., Сафронова В.С., Васильева М.А. *Астрономический вестник*. 2020. 54, № 3, с. 260-277. Рус.

Выполнен анализ динамической эволюции ряда молодых пар астероидов на близких орбитах с целью оценки их возраста. Применено несколько методов отбора пар и оценки их возраста: анализ сходимости орбитальных элементов; оценка метрик Холшевникова в пространстве кеплеровых элементов орбит; оценка относительных расстояний и скоростей в моменты сближений астероидов. Получены оценки возраста пар астероидов в зависимости от скоростей дрейфа больших полуосей орбит, обусловленных влиянием эффекта Ярковского.

20.04-01.467 Наноалмаз метеоритов: альтернативный состав компонентов ксенона. Фисенко А.В., Семёнова Л.Ф. *Астрономический вестник*. 2020. 54, № 3, с. 278-288. Рус.

Содержания основных компонентов ксенона — Хе-Р3, Хе-Р3(fr), Хе-Р6 и компонента Хе-рг вместо Хе-НЛ — впервые вычислены для наноалмаза метеоритов Orgueil (CI), Tieschitz (H3.6) и Indarch (EH3-4). Компонент Хе-рг — избыточная доля изотопов ксенона в компоненте Хе-НЛ относительно Хе-Р3(fr) и в основном состоит из изотопов $^{124,126,134,136}\text{Xe}$, образующихся в р- и г-процессах нуклеосинтеза при взрыве сверхновой II типа. Анализ полученных данных показал следующее. (1) Основной компонент Хе в наноалмазе — Хе-Р3(fr), и максимум его выделения при пиролизе, так же как Хе-рг и Хе-Р6, — высокотемпературный (>1000°C), независимо от петрологического типа метеоритов. (2) Относительное содержание компонента Хе-рг в наноалмазе Indarch, наиболее обогащенном аномальным компонентом ксенона, равно около 15% от общего содержания ксенона в алмазе этого метеорита, что существенно меньше содержания компонента Хе-НЛ — около 87%. (3) Компоненты ксенона содержатся в индивидуальных популяциях зерен алмаза с разной термо-окислительной стабильностью. Полученные нами и в статье (Huss, Lewis, 1994b) данные о содержаниях и кинетике выделения компонентов ксенона в наноалмазе метеоритов на основании изотопных составов Хе-рг и Хе-НЛ, соответственно,

наиболее вероятно показывают предельные их значения. Предполагается, что реальные свойства компонентов ксенона подобны полученным при использовании для вычислений компонента Хе-рг, принимая во внимание данные о изотопном составе углерода во фракциях зерен наноалмаза метеорита Allende (Lewis и др., 2019).

20.04-01.468 Микрометеороиды: поток на Луну и источник поступления летучих. Бадюков Д.Д. *Астрономический вестник*. 2020. 54, № 4, с. 291-301. Рус.

Одним из возможных источников воды и других летучих, образующих отложения льда в затененных полярных областях Луны, является космическое вещество, поступающее как в виде комет и астероидов, так и космической пыли. В связи с этим нами был оценен вклад в поступление летучих компонентов в результате микрометеороидной бомбардировки. На основании оценок современного потока микрометеороитов на Землю и Луну был определен возможный диапазон скорости аккреции космической пыли на Луну, составляющий 6.19×10^{-13} — $14.74 \times 10^{-13} \text{ г м}^{-2} \text{ с}^{-1}$. При среднем значении этой скорости масса выпадающих микрометеороидов равна общей массе космического вещества, поставляемого на Луну телами с размерами от 3-х метров до 4-х километров. Принимая во внимание, что основная масса (~90%) микрометеороидов представлена веществом, близким по составу классам CM или CI углистых хондритов, оценены количества выделяющейся воды и других компонентов и летучих элементов. Полученные значения близки к количеству воды, привносимому кометами.

20.04-01.469 Гамма- и нейтронные спектрометры, предназначенные для установки на борт лунохода. Литвак М.Л., Головин Д.В., Дьячкова М.В., Калаиных Д.В., Козырев А.С., Митрофанов И.Г., Мокроусов М.И., Санин А.Б., Третьяков В.И. *Астрономический вестник*. 2020. 54, № 4, с. 302-316. Рус.

Представлены научные задачи, описание и сравнение различных гамма- и нейтронных спектрометров, которые могут быть установлены на борт лунохода среднего класса массой до 100 кг. В качестве конкретного примера рассмотрена научная аппаратура, предложенная для будущей российской миссии Луна-Грунт, основной целью которой является доставка на Землю образцов лунного полярного реголита. Предполагается, что в состав полезной нагрузки этой миссии может быть включен малый луноход массой от 30 до 100 кг. Поэтому в статье рассмотрены варианты гамма- и нейтронного спектрометра, позволяющие найти оптимальное соотношение между научными требованиями и ресурсами, доступными на борту такого лунохода.

20.04-01.470 Точность анализа элементного и изотопного состава реголита методом лазерной времяпролетной масс-спектрометрии в ходе планируемых миссий Луна-Глоб и Луна-Ресурс-1. Чумиков А.Е., Ченцов В.С., Манагадзе Н.Г. *Астрономический вестник*. 2020. 54, № 4, с. 317-324. Рус.

Лазерная ионизационная масс-спектрометрия является одним из наиболее перспективных методов анализа элементного и изотопного состава твердых веществ в космических экспериментах в связи с высокой надежностью приборов и простотой их эксплуатации, отсутствием необходимости в пробоподготовке и высоким пространственным разрешением. С учетом указанных достоинств данного метода в состав миссий Луна-Глоб (Луна-25) и Луна-Ресурс-1 (Луна-27) включен лазерный ионизационный масс-спектрометр ЛАЗМА-ЛР с целью изучения элементного и изотопного состава реголита Луны в местах посадки космических аппаратов. Точность измерений с помощью масс-анализатора ЛАЗМА-ЛР существенно зависит от объема статистической выборки спектрального массива, что определяет временные параметры функционирования прибора в ходе космического эксперимента. Нами была снята серия спектров энстатита (минерала, входящего в состав лунного реголита) и проведена оценка приборной точности измерений при различных объемах спектрального массива. Показано, что 10% точность элементного анализа обеспечивается обработкой массива из 300 спектров, что соответствует времени непрерывной работы прибора ЛАЗМА-ЛР около 4 ч. За аналогичный 4-часовой

период точность 1% измерения изотопных распределений достигается только для изотопов, находящихся в соотношении не более 10:1, в то время как измерение с точностью 1% изотопов с большими соотношениями требует неоправданного увеличения длительности анализа.

20.04-01.471 **Определение глобальных плотностных неоднородностей и напряжений внутри Луны.** *Чуйкова Н.А., Насонова Л.П., Максимова Т.Г. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 4, с. 325-336. Рус.*

Определено возможное распределение аномалий плотности и напряжения в недрах Луны. Для этой цели применено разработанное нами новое решение некорректной обратной задачи гравиметрии, проверенное для Земли и Марса. Суть его заключается в том, что на основе только космических данных о гравитационном поле и рельефе планеты однозначно определяются глубины изостатической компенсации для ряда гармоник разложения высот рельефа по сферическим функциям. Показано, что возможная изостатическая компенсация рельефа осуществляется в диапазоне глубин 0–530 км. Определены наиболее вероятные глубины компенсации в этом диапазоне и найдено распределение компенсирующих масс на этих глубинах. Для остальных гармоник были выбраны два других варианта. 1) Компенсация на двух уровнях, первым из которых является средняя глубина коры в 2,7 км, соответствующая слою 0–10 км; возможные глубины для второго уровня определялись из анализа результатов, полученных для изостатической компенсации гармоник. 2) Нескомпенсированные гармоники рельефа приводят к вертикальным напряжениям в литосфере Луны, достигающим в коре Луны по сжатию 16 МПа и по растяжению –15 МПа.

20.04-01.472 **Динамическая структура околоземного орбитального пространства в области резонанса 1:2 со скоростью вращения Земли.** *Томилова И.В., Красавин Д.С., Бордовичина Т.В. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 4, с. 337-348. Рус.*

Представлены результаты исследования динамической структуры околоземного орбитального пространства в области резонанса 1:2 со скоростью вращения Земли. Излагаются результаты обширного численно-аналитического эксперимента по исследованию орбитальной эволюции объектов, движущихся в диапазоне больших полуосей от 26 550 до 26 570 км, с наклонениями от 0 до 180°. В этой области выявлены зоны действия пяти компонент орбитального резонанса и апсидально-нодальных вековых резонансов низких порядков. Построены карты распределения выявленных резонансов. Динамическая структура орбитального пространства исследована также с использованием быстрой ляпуновской характеристики MEGNO и представлена MEGNO-картой области в сечении плоскостью наклонения орбиты, большая полуось. Показано, что особенностью динамической эволюции большинства исследованных орбит является хаотичность, возникающая под действием наложения резонансов различных типов.

20.04-01.473 **Адаптивные методы построения перелетов в системе Юпитера с выходом на орбиту спутника галилеевой луны.** *Голубев Ю.Ф., Грушевский А.В., Корянов В.В., Лавренов С.М., Тучин А.Г., Тучин Д.А. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 4, с. 349-359. Рус.*

Рассматриваются космические экспедиции с долгосрочным нахождением КА около исследуемого небесного тела (искусственные спутники малых тел Солнечной системы), либо экспедиции с возможной посадкой КА на поверхность небесного тела (например — миссия ESA Jovian Icy Moon Explorer “JUICE”, Российский перспективный проект “Лаплас II”). Предложен эффективный формализм создания сценариев адаптивного поиска малозатратных комбинированных траекторий КА, ориентированный на возможность привлечения высокопроизводительных вычислительных средств компьютерного экспериментирования. Приводятся примеры реализации указанного формализма для поиска комбинаций межлунных гравитационных маневров в системе Юпитера с целью выхода на орбиту искусственного спутника юпитерианской луны.

20.04-01.474 **Об эволюции орбит во внешнем варианте ограниченной эллиптической двукратно осреднен-**

ной задачи трех тел. *Ваишкосьяк М.А. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 4, с. 360-375. Рус.*

Рассмотрен внешний вариант ограниченной эллиптической задачи трех тел, когда возмущаемое тело пренебрежимо малой массы удалено от двух близких друг к другу тел конечных масс (основного и возмущающего), а его орбита расположена целиком вне орбиты возмущающего тела. В разложении возмущающей функции задачи сохранены слагаемые до четвертой степени включительно по отношению больших полуосей орбит возмущающего и возмущаемого тел. Приведены явные аналитические выражения двукратно осредненной возмущающей функции и ее производных по элементам орбиты, входящих в правые части эволюционных уравнений. Исследованы интегрируемые случаи двукратно осредненной эллиптической задачи: плоские и ортогонально-апсидальные орбиты. Указаны качественные отличия по сравнению с внутренним (спутниковым) вариантом. В общем (неинтегрируемом) случае проведено численное интегрирование эволюционной системы для ряда специальных начальных условий, гипотетически соответствующих орбитальной эволюции тел малой массы (планетезималей, маломассивных планет) в экзопланетной системе GJ 3512.

20.04-01.475 **Оцифровка астронегативов пулковской стеклотеки: положения главных спутников Сатурна в период 1972–1982 годов в системе Gaia DR2.** *Ховричев М.Ю., Нарижная Н.В., Васильева Т.А., Измайлов И.С., Куликова А.М., Викулова Д.А. *Астрономический вестник.* 2020. 54, № 4, с. 376-384. Рус.*

Представляются результаты повторной редукиции пулковских фотографических пластинок с изображениями главных спутников Сатурна в системе каталога Gaia DR2 (169 пластинок, 3007 отдельных положений). Астронегативы были сняты с помощью 26-дюймового рефрактора Пулковской обсерватории в период с 1972 по 1982 гг. Внутренняя точность измерения астронегативов с помощью пулковской системы MDD составила 1 мкм (20 угл. мс в масштабе 26-дюймового рефрактора). Средние значения разностей O–C при сравнении с самыми современными эфемеридами варьируются в пределах ± 20 угл. мс. Ошибки среднегодовых значений разностей обычно лучше 20 угл. мс. Имеет место хорошее согласие между представленным пулковским рядом и результатами повторной редукиции аналогичных наблюдений USNO (среднесезонные разности меньше 50 угл. мс по модулю). Учитывая, что разные реализации современных эфемерид дают положения спутников, различающиеся в пределах ± 50 угл. мс для рассматриваемого интервала времени, можно сделать вывод о высокой информативности пулковского ряда для совершенствования моделей движения главных спутников Сатурна.

20.04-01.476 **Комплекс гелиогеофизических инструментов нового поколения.** *Жеребцов Г.А. *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 6-18. Рус.*

Рассматривается актуальность проблемы неблагоприятных воздействий космических процессов и явлений (факторов космической погоды) на наземную инженерно-техническую инфраструктуру, радиоэлектронные средства, работающие в космосе, и другие объекты. Анализируется состояние экспериментальной базы в нашей стране и за рубежом для исследований в области физики Солнца, атмосферы и околоземного космического пространства. Обосновывается необходимость создания инструментов нового поколения, разработанных с применением современных инженерных решений и технологий. Рассмотрен комплекс основных установок и инструментов создаваемого Национального гелиогеофизического комплекса РАН. Сформулированы основные научные направления фундаментальных исследований и прикладные задачи.

20.04-01.477 **Проект крупного солнечного телескопа с диаметром зеркала 3 м.** *Григорьев В.М., Демидов М.Л., Колобов Д.Ю., Пуляев В.А., Скоморовский В.И., Чупраков С.А. *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 19-36. Рус.*

Одной из наиболее актуальных проблем современной физики Солнца являются наблюдения мелкомасштабной структуры солнечной атмосферы на разных уровнях (включая хромосферу и корону) и в разных спектральных линиях. Такие наблю-

дения возможны только с использованием крупных солнечных телескопов с диаметром основного зеркала не менее трех метров. В настоящее время в мире в процессе разработки или создания находятся несколько масштабных проектов таких крупных солнечных телескопов. В России начиная с 2013 г. ведется разработка отечественного крупного солнечного телескопа с диаметром зеркала 3 м (КСТ-3), который является составной частью Национального гелиогеофизического комплекса РАН. Планируется, что телескоп будет расположен в Саянской солнечной обсерватории на высоте более 2000 м. Выбор был сделан в пользу классической осесимметричной оптической схемы Грегори с альт-азимутальной монтировкой. Научное оборудование КСТ-3 будет состоять из нескольких систем узкополосных перестраиваемых фильтров и спектрографов на разные диапазоны длин волн и размещаться как в основном фокусе куда на вращающейся платформе, так и в фокусе Несмита. Для достижения дифракционного разрешения предполагается использовать адаптивную оптику (АО) высокого порядка. При определенной модификации оптической конфигурации КСТ-3 будет работать как зеркальный коронограф с зеркалом диаметром 0.7 м в линиях ближнего инфракрасного диапазона, а также может быть использован для наблюдений астрофизических объектов в ночное время.

20.04-01.478 Многоволновый сибирский радиогелиограф. *Алтынцев А.Т., Лесовой С.В., Глоба М.В., Губин А.В., Кочанов А.А., Гречнев В.В., Иванов Е.Ф., Кобец В.С., Мешалкина Н.С., Муратов А.А., Просовецкий Д.В., Мышьяков И.И., Уралов А.М., Федотова А.Ю.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 37-50. Рус.

Обсуждаются характеристики, фундаментальные и прикладные задачи создаваемого на площадке Радиоастрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН Сибирского радиогелиографа и комплекса спектрополяриметров интегрального потока излучения Солнца. Многоволновое картографирование Солнца в микроволновом диапазоне является мощным и относительно недорогим по сравнению с космическими технологиями средством слежения за процессами солнечной активности и средством диагностики параметров плазмы. Всепогодный мониторинг электромагнитного солнечного излучения в диапазоне от метровых до миллиметровых волн, включая измерения индекса солнечной активности на частоте 2.8 ГГц, причем в месте расположения других разнообразных диагностических средств Гелиогеофизического комплекса, имеет особую ценность. Данные радиогелиографа необходимы для развития и реализации методов краткосрочного прогноза солнечных вспышек, измерений кинематических характеристик и параметров плазмы корональных выбросов массы, прогноза характеристик быстрых потоков солнечного ветра.

20.04-01.479 Всеатмосферный радар НР-МСТ. *Медведев А.В., Потехин А.П., Сетов А.Г., Кушнарев Д.С., Лебедев В.П.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 51-60. Рус.

Радар НР-МСТ, как следует из названия, сочетает в себе два разных метода исследования атмосферы по сигналу обратного рассеяния. В мезосфере-стратосфере-тропосфере (МСТ) рассеяние происходит на турбулентных флуктуациях среды. В верхней атмосфере появляется некогерентное рассеяние (НР) в ионосферной плазме. Раньше создавались специализированные инструменты, спроектированные таким образом, чтобы эффективность измерений в одном из этих режимов была наибольшей. МСТ-радары использовались для исследования волновой активности в нижней и средней атмосфере, НР-радары — для исследования ионосферы. Однако в настоящее время для всестороннего изучения атмосферных явлений необходимо иметь представление о процессах во всех атмосферных слоях и околоземном космическом пространстве. Радар, комбинирующий возможности проведения НР- и МСТ-измерений, позволит охватить слои от тропосферы до плазмосферы и изучать как процессы переноса энергии из нижней и средней атмосферы в ионосферу, так и взаимодействие магнитосферы с верхней атмосферой. Помимо атмосферных исследований, радар позволит отслеживать космические аппараты и космический мусор, определяя точные координатные характеристики. Кроме того, антенная система подходит для проведения радиоастрономиче-

ских наблюдений. В работе сделано обоснование выбора рабочего диапазона 154—162 МГц и рассмотрены технические решения, используемые в проекте радара НР-МСТ, а также приведены основные режимы работы. Дополнительно дается оценка диагностического потенциала радара для разных типов проводимых измерений.

20.04-01.480 Современный нагревный стенд для исследования ионосферы средних широт. *Васильев Р.В., Сетов А.Г., Фролов В.Л., Ратовский К.Г., Белуцкий А.Б., Ойнац А.В., Ясюкевич Ю.В., Медведев А.В.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 61-78. Рус.

Создание новых устройств для проведения исследований в области физики верхней атмосферы и околоземного космического пространства, на которых можно проводить контролируемые эксперименты по модификации ионосферы мощным коротковолновым излучением, является актуальной задачей сегодняшнего дня в области солнечно-земной физики, прогнозирования космической погоды, эксплуатации спутниковых группировок в околоземном космическом пространстве, радиосвязи и радиолокации. В работе описывается современный нагревный стенд, разрабатываемый в рамках Национального гелиогеофизического комплекса Российской академии наук, приводится обзор задач, которые можно решать с его помощью, обсуждаются его основные технические характеристики, и дается описание окружающей стенд наблюдательной инфраструктуры. В работе обосновывается перспективность создания в средних широтах Восточной Сибири нагревного стенда, который может излучать в частотном диапазоне 2.5—6.0 МГц с эффективной мощностью порядка нескольких сотен мегаватт. Важно, что стенд будет находиться в окружении многофункциональных инструментов, таких как современный радар неогерентного рассеяния, мезосферный и стратосферный лидар, а также набора современных оптических и радиофизических наблюдательных систем, которые могут обеспечить широкие возможности диагностики искусственных плазменных возмущений и искусственных образований оптического свечения верхней атмосферы.

20.04-01.481 Декаметровые радары ИСЗФ СО РАН. *Бернгардт О.И., Куркин В.И., Кушнарев Д.С., Гркович К.В., Федоров Р.Р., Орлов А.И., Харченко В.В.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 79-92. Рус.

В рамках проекта «Национальный гелиогеофизический комплекс Российской академии наук» планируется создание нескольких когерентных декаметровых радаров. Однако в Институте солнечно-земной физики (ИСЗФ) СО РАН работы по созданию когерентных декаметровых радаров проводились задолго до начала финансирования этого проекта. Это позволило получить опыт эксплуатации подобных радаров, выявить технологические проблемы, которые желательно решить при создании отечественных радаров, и разработать проект радаров, имеющих более широкие возможности по диагностике ионосферы по сравнению с существующими аналогичными радарными. В работе представлено описание радара ЕКВ ИСЗФ СО РАН, рассмотрены его технические недостатки и предложена структура нового радара системы СЕКИРА. Приведены результаты макетирования элементов радара СЕКИРА, продемонстрировавшие возможность его реализации. Обсуждаются потенциальные возможности использования радара в задачах исследования ионосферы на территории Российской Федерации, в том числе в высокоширотных областях.

20.04-01.482 Мезостратосферный лидар для гелиогеофизического комплекса. *Матвиенко Г.Г., Маричев В.Н., Бобровников С.М., Яковлев С.В., Чистилин А.Ю., Сауткин В.А.* *Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 93-104. Рус.

В состав Гелиогеофизического комплекса РАН, создаваемого на базе Института солнечно-земной физики СО РАН в районе Иркутска, входят инструменты для изучения Солнца, верхней атмосферы и мезостратосферный лидарный комплекс (МС-лидар) для анализа нейтрального компонента атмосферы от поверхности Земли до термосферы (высота 100—110 км). Задачами МС-лидара являются круглосуточное измерение профилей термодинамических параметров атмосферы и получение

высотного распределения аэрозольно-газового состава. Для решения данных задач в МС-лидаре предусмотрено применение нескольких методик лазерного зондирования на особым образом выбранных лазерных длинах волн в суммарном диапазоне 0.35–1.1 мкм. При этом используются молекулярное, аэрозольное, комбинационное (рамановское) и резонансное рассеяние, а также дифференциальное поглощение, доплеровское уширение и смещение спектра рассеянного излучения. В статье представлено описание используемых методов зондирования и измеряемых МС-лидаром характеристик атмосферы.

20.04-01.483 Научные задачи оптических инструментов национального геофизического комплекса. *Васильев Р.В., Артамонов М.Ф., Белецкий А.Б., Зоркальцева О.С., Комарова Е.С., Медведева И.В., Михалев А.В., Подлесный С.В., Ратовский К.Г., Сыренова Т.Е., Таццили М.А., Ткачев И.Д. Солнечно-земная физика.* 2020. 6, № 2, с. 105-122. Рус.

Исследования верхней атмосферы должны выполняться с использованием оптических фотометрических и спектрометрических средств. Современные устройства позволяют вести прецизионную фотометрию свечения ночной атмосферы с высоким временным, пространственным и спектральным разрешением. Получаемые параметры свечения позволяют определять физико-химические свойства верхней атмосферы, наблюдать их вариации под действием различных факторов. Создающийся в Восточной Сибири Национальный геофизический комплекс должен иметь в своем составе определенный набор современных оптических инструментов. В работе обсуждаются основные явления, которые будут исследоваться оптическими инструментами комплекса, изложены сведения о составе и задачах этих инструментов, приведены результаты предварительных исследований, выполненных с помощью прототипов инструментов. В результате исследований установлено наличие существенного (около 10 м/с) вертикального ветра на разных высотах (100 и 250 км), продемонстрирована важность его учета для исследования вертикальной динамики заряженной компоненты. Многолетняя динамика вертикального ветра на высоте около 100 км имеет выраженный сезонный ход и отсутствие суточных вариаций, в то время как на высоте 250 км она имеет выраженный суточный ход, наиболее ярко проявляющийся в зимнее время. Это говорит о предполагаемом наличии вертикальных циркуляционных ячеек на разных высотных уровнях. Демонстрируются возможности методов оптической стереоскопии и дифференциального анализа изображений в применении к исследованию быстрых светящихся образований и проведению активных наземных и космических экспериментов по модификации ионосферы Земли. Приведены результаты определения трехмерной картины долгоживущего метеорного следа с использованием двух широкоугольных камер. Предложено алгоритм, который позволяет получить стереоизображение происходящих в верхней атмосфере событий, зарегистрированных одновременно с разных точек наблюдений. Показано, что совместная работа инструментов всего комплекса и развитие сотрудничества со сторонними организациями являются достаточно хорошим направлением дальнейшего исследования вертикальной динамики верхней атмосферы Земли и явлений космической погоды.

20.04-01.484 Принцип эквивалентности в теории переменной массы покоя с приложениями в астрофизике. *Закиров У.Н. Известия вузов. Физика.* 2020. 63, № 3, с. 116-119. Рус.

Рассмотрено ковариантное уравнение движения и энергии тела переменной массы покоя с учетом темной энергии в общей теории относительности на основе принципа эквивалентности.

20.04-01.485 О пространственных особенностях мгновенного углового распределения синхротронного излучения. *Вагров В.Г., Касаткина А.Н., Печерицын А.А. Известия вузов. Физика.* 2020. 63, № 3, с. 120-125. Рус.

Исследуется мгновенное угловое распределение синхротронного излучения. Пространство излучения разбивается на две части. Первая часть пространства является внутренностью конуса с вершиной в точке излучающего заряда и углового рас-

твора, с центральной осью, ориентированной по мгновенной скорости заряда. Вторая часть пространства является дополнением к первой части до полного пространства. Показано, что излучение в ультрарелятивистском пределе целиком содержится в первой части пространства, а излучение во второй части (при ненулевом β) обращается в нуль.

20.04-01.486 Транзиенты экзопланет: возможные изменения коэффициентов потемнения к краю затмеваемых звезд на коротких временных интервалах. *Абубекеров М.К., Гостев Н.Ю. Астрон. жс.* 2020. 97, № 7, с. 531-537. Рус.

Выполнена интерпретация высокоточных транзитных кривых блеска двойных систем с экзопланетами Kepler-5b, Kepler-6b, Kepler-7b для трех разных эпох. Продемонстрировано, что значения коэффициентов потемнения звезды к краю для каждой из эпох значительно отличаются, в то время как геометрические параметры для каждой из эпох в пределах ошибок хорошо согласуются между собой. Показано, что для надежного определения коэффициентов потемнения к краю требуются методы, "очищающие" наблюдаемые транзитные кривые блеска от эффектов, вызванных неоднородностью поверхности.

20.04-01.487 Возможный новый тип оболочек горячих юпитеров. *Жилкин А.Г., Бисикало Д.В. Астрон. жс.* 2020. 97, № 7, с. 538-554. Рус.

С помощью трехмерного численного моделирования исследована структура течения в окрестности горячего юпитера в случае субальфвеновского режима обтекания планеты звездным ветром. В качестве примера рассмотрен горячий юпитер HD 209458b. Величина магнитного момента планеты задавалась равной 0.1 от магнитного момента Юпитера. Среднее магнитное поле на поверхности родительской звезды было принято равным 0.5 Гс, что соответствует относительно сильному полю ветра. Наши расчеты показали, что в таких условиях вокруг горячего юпитера формируется квазизамкнутая ионосферная (газовая) оболочка с наведенной безударной магнитосферой. Под влиянием сильного магнитного поля звездного ветра вещество оболочки, истекающее из внутренней точки Лагранжа, движется не вдоль баллистической траектории, а вдоль силовых линий магнитного поля ветра в направлении к звезде. Поэтому можно сказать, что в субальфвеновском режиме обтекания обнаруживается новый тип ионосферных оболочек горячих юпитеров, дополняющий классификацию, предложенную ранее на основе результатов чисто газодинамического моделирования. Обсуждаются возможные особенности наблюдательных проявлений таких оболочек.

20.04-01.488 Наблюдения теней черных дыр с помощью наземно-космических интерферометров. *Мижева Е.В., Репин С.В., Лукаш В.Н. Астрон. жс.* 2020. 97, № 7, с. 555-563. Рус.

Рассматриваются изображения теней черных дыр (ЧД), которые могут быть восстановлены путем обработки наблюдательных данных планируемых проектов по радиоинтерферометрии со сверхбольшими базами (РСДБ). Для радиоисточников — керровских ЧД с массами и координатами SgrA*, M87* и M31*, подсвеченных находящимися за ними источниками света, мы рассмотрели три типа наблюдений: наземный интерферометр (подобный Телескопу Горизонта Событий), наземно-космический интерферометр, космическое плечо которого обеспечено искусственным спутником Земли на геосинхронной орбите, и наземно-космический интерферометр со спутником в точке Лагранжа L_2 . Значительное различие между восстановленными изображениями для наземного и наземно-космического радиоинтерферометра со спутником на геосинхронной орбите обусловлено как увеличением проекции базы, так и улучшением покрытия (u, v) -плоскости. Околосемные конфигурации радиоинтерферометра для наблюдения теней ЧД являются наиболее предпочтительными среди рассмотренных случаев. При дальнейшем увеличении высоты орбиты до точки L_2 плотность заполнения (u, v) -плоскости понижается, и результаты становятся менее представительными. Представлены модельные изображения для всех рассмотренных случаев.

20.04-01.489 Эволюция мазерного излучения ОН и

H₂O в области активного звездообразования NGC 2071. Ашимбаева Н.Т., Колом П., Краснов В.В., Лехт Е.Е., Пащенко М.И., Рудницкий Г.М., Толмачев А.М. *Астрон. ж.* 2020. 97, № 7, с. 564-580. Рус.

Представлены результаты наблюдений области звездообразования NGC 2071 в линиях молекул H₂O на длине волны 1.35 см и OH на длине волны 18 см, полученных на 22-м радиотелескопе в Пушино (Россия) и на Большом радиотелескопе в Нансэ (Франция) соответственно. Приведен каталог спектров мазерного излучения H₂O за период с декабря 2010 по январь 2020 г. Переменность интегрального потока за весь мониторинг (1979—2020 гг.) имеет два близких по продолжительности цикла активности (около 20 лет), которые сопровождалась сильными вспышками с интервалами от одного до четырех лет. Показано, что среда генерации мазерного излучения H₂O сильно фрагментирована и в ней имеются мелкомасштабные турбулентные движения вещества. Наблюдаемый дрейф и скачки лучевой скорости эмиссионных деталей H₂O могут быть следствием сложной, неоднородной структуры областей генерации мазерного излучения. Излучение OH в главных линиях 1665 и 1667 МГц и в спутниковой линии 1612 МГц в диапазоне лучевых скоростей 7—12 км/с является широкополосным. Соотношение интенсивностей отличается от равновесного. Приводится обоснование наблюдаемого соотношения интенсивностей этого излучения и поглощения в линии 1720 МГц. Мазерное излучение OH наблюдалось нами в 2007 г. в левой круговой поляризации в линии 1667 МГц на 13.02 и 13.55 км/с с плотностью потока около 0.3 Ян и шириной ~0.25 км/с для каждой из них.

20.04-01.490 Классификация молодых пульсаров и эмпирическая эволюция регулярного параметра торможения. Глушаков А.П. *Астрон. ж.* 2020. 97, № 7, с. 581-598. Рус.

Проанализировано распределение на диаграмме $\log(dP/dt)$ — $\log(tc)$ молодых пульсаров, имеющих характеристический возраст $tc < \sim 5 \cdot 10^6$ лет и производную периода $dP/dt > \sim 10^{-16}$. Впервые выявлено 6 кластеров-полос, вдоль которых проходят пути долговременной эволюции индивидуальных пульсаров. Средний путь в полосе соответствует долговременной регулярной эволюции для типового пульсара данной полосы. Проанализирован состав населения по типам объектов в кластерах-полосах. Вращающиеся радиотранзиенты (RRATs) присутствуют во всех кластерах-полосах при $tc > 10^5$ лет. Оказалось, что три полосы содержат объекты только одного из следующих 3 многочисленных (≥ 10) известных типов: магнитары, пульсары с сильным магнитным полем и Vela-подобные. В трех других кластерах-полосах объекты предыдущих 3 типов не найдены. Предложена классификация объектов в составе шести кластеров-полос: магнитары (M), с сильным магнитным полем (HB), с субсильным магнитным полем (S-HB), Vela (V), суб-Vela (S-V) и со слабым магнитным полем (LB). Четыре пульсара вне полос отнесены к пекулярным. Даны аналитические формулы для расчета параметров эволюции на диаграмме $\log(dP/dt)$ — $\log(tc)$. В результате оптимального фитинга среднего пути кластеров-полос подходящей эмпирической функцией для 327 пульсаров впервые оценены долговременные регулярные величины параметра торможения и второй производной периода. Как следствие наличия кластеров-полос, “полосатое” распределение дипольного магнитного поля при рождении пульсаров указывает на интервальность в распределении масс звезд-прародителей пульсаров. Современные модели для взрывов сверхновых звезд также дают интервальное распределение масс прародителей, производящих нейтронные звезды, что подтверждает реальность кластеров-полос пульсаров и естественно объясняет их происхождение.

20.04-01.491 Мультипериодичность в изменениях орбитального периода затменно-двойной системы Z Per. Халиуллина А.И. *Астрон. ж.* 2020. 97, № 7, с. 599-607. Рус.

Проведен анализ изменений орбитального периода затменно-двойной системы Z Per. Показано, что изменения периода можно представить суперпозицией векового уменьшения периода со скоростью $1.61 \cdot 10^{-6}$ сут/год и трех его циклических изменений с периодами 22.6, 37.9 и 62.4 года. Наиболее вероятным является предположение, что Z Per — четырехкратная система с

периодами дополнительных орбит, равными 22.6 и 62.4 года, а циклические колебания с периодом 37.9 года являются следствием магнитной активности вторичного компонента. Вековое уменьшение орбитального периода затменно-двойной системы может быть вызвано потерей углового момента вследствие магнитного торможения.

x

20.04-01.492 Убегание атомов кислорода из атмосферы при протонных полярных сияниях на Марсе. Шематович В.И., Калиничева Е.С. *Астрон. ж.* 2020. 97, № 7, с. 608-616. Рус.

Представлены результаты модельных расчетов скорости потери атомов кислорода из атмосферы Марса, вызванные высыпанием протонов и атомов водорода (H/H⁺) с высокими энергиями из плазмы солнечного ветра. Проникновение протонов и атомов водорода с высокими энергиями из плазмы солнечного ветра в верхнюю атмосферу Марса на высотах 100—250 км сопровождается переносом импульса и энергии в столкновениях с основным компонентом — атомарным кислородом. Данный процесс рассматривается как разбрызгивание атмосферного газа при протонных полярных сияниях и сопровождается образованием убегающих из атмосферы потоков надтепловых атомов водорода и кислорода. В расчетах скорости образования надтепловых атомов кислорода использована модификация кинетической модели Монте-Карло, разработанной ранее для анализа данных измерений приборов MEX/ASPERA-3 на борту космического аппарата (КА) Mars Express и M-AVEN/SWIA на борту КА MAVEN. В работе исследованы процессы кинетики и переноса горячих атомов кислорода в переходной области (от термосферы к экзосфере) верхней атмосферы Марса. Рассчитаны функции распределения надтепловых атомов кислорода по кинетической энергии. Показано, что при протонных полярных сияниях на Марсе экзосфера населяется значительным количеством надтепловых атомов кислорода с кинетическими энергиями вплоть до энергии убегания 2 эВ, т.е. образуются как дополнительная к фотохимическим источникам горячая фракция кислородной короны, так и нетепловой поток убегания атомарного кислорода из атмосферы Марса за счет высыпания протонов и атомов водорода. Протонные полярные сияния являются спорадическими авроральными событиями. Соответственно в условиях экстремальных солнечных событий — солнечных вспышек и корональных выбросов массы — величина потока убегания горячих атомов кислорода, индуцированного процессами высыпания, может становиться преобладающей над фотохимическими источниками, как следует из оценок, полученных на основе недавних наблюдений КА MAVEN.

20.04-01.493 Морфология кривых блеска рентгеновских новых H 1743-322 и GX 339-4 во время их вспышек в период 2005—2019 гг. Гребенев А.С., Дворкович Ю.А., Князева В.С., Остащенко К.Д., Гребенев С.А., Мереминский И.А., Провотов А.В. *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 4, с. 231-251. Рус.

По данным многолетних наблюдений обсерваториями SWIFT, RXTE и MAXI рентгеновских новых H 1743-322 (IGR J17464-3213) и GX 339-4 исследована морфология и выполнена классификация кривых блеска их рентгеновских вспышек. В частности, подтверждено существование у обоих источников двух кардинально отличающихся типов вспышек: мягких (S) и жестких (H), выявлены их разновидности: ультраяркие (U) и промежуточные (I) вспышки. В рамках модели “усеченного диска” обсуждены свойства и происхождение различий в кривых блеска этих вспышек.

20.04-01.494 Влияние радиативной накачки на населенность вращательных уровней молекул HD в диффузных молекулярных облаках межзвездной среды. Клименко В.В., Иванчик А.В. *Письма в Астрон. ж.* 2020. 46, № 4, с. 252-262. Рус.

Выполнен теоретический расчет влияния радиативной накачки на населенности вращательных уровней основного колебательного состояния молекул HD, находящихся в условиях холодной фазы межзвездной среды. При анализе учитывались два основных механизма возбуждения молекул: (i) столкновения с атомами и молекулами межзвездной среды, (ii) радиа-

тивная накачка ультрафиолетовым фоном межзвездного излучения. Определены коэффициенты радиативной накачки Γ_{ij} , соответствующие среднему галактическому фону ультрафиолетового излучения в модели Дрейна. Изучено влияние эффекта самоэкранирования молекул на величины коэффициентов радиативной накачки. Делается вывод, что анализ относительной населенности уровней молекул HD может стать важным дополнительным источником информации о физических условиях в межзвездной среде как в нашей Галактике, так и формирующихся галактиках ранней Вселенной.

20.04-01.495 Поиск эволюционных изменений периода цефеиды ET Vul. Бердников Л.Н., Пастухова Е.Н. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 4, с. 263-273. Рус.

Обработка всей имеющейся фотометрии цефеиды ET Vul позволила построить ее O—C диаграмму, охватывающую временной интервал 130 лет. Это позволило впервые вычислить скорость эволюционного уменьшения периода $dP/dt = -426.5(\pm 29,7)$ с/год, что согласуется с результатами модельных расчетов для второго пересечения полосы неустойчивости. Тест на стабильность пульсаций, предложенный Ломбардом и Коэном, подтвердил реальность эволюционного изменения периода.

20.04-01.496 Анализ тесных сближений звезд с солнечной системой. Бобылев В.В., Байкова А.Т. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 4, с. 274-284. Рус.

Рассмотрены 36 кандидатов на тесные (менее 1 пк) сближения с Солнечной системой. Отбор этих звезд осуществлен в соответствии с результатами анализа их движения, полученными различными авторами. Для большинства звезд данного списка кинематические характеристики взяты из каталога Gaia DR2. Параметры сближения этих звезд с Солнечной системой вычислены с использованием трех методов: (1) линейного, (2) эллиптического, а также с помощью (3) интегрирования орбит в осесимметричном потенциале. Сделан вывод о том, что эллиптический метод неплохо работает только на интервале времени, не превышающем ± 1 млн лет. Для звезды Gaia DR2 3130033734235815424 на основе третьего метода, в хорошем согласии с первым методом, впервые получены следующие оценки параметров сближения: $t_{min} = -0,62 \pm 0,12$ млн лет и $d_{min} = 0,30 \pm 0,10$ пк.

20.04-01.497 Поверхностные и фундаментальные моды колебаний в тонких корональных арках. Жугеда Ю.Д. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 4, с. 285-291. Рус.

Рассмотрены колебания в тонких магнитных трубках в солнечной короне. Показано, что основными модами быстрых и медленных колебаний являются поверхностная и фундаментальная моды колебаний. Медленные поверхностная и фундаментальная моды являются волноводными модами. Быстрая поверхностная мода является излучающей модой, в то время как быстрая фундаментальная мода — это волноводная мода. Рассмотренные нами фундаментальные моды существуют только в магнитных трубках, подверженных влиянию окружающей среды. Наше определение фундаментальных мод не совпадает с общепринятым. Современные наблюдения колебаний в корональных арках вряд ли могут зафиксировать медленные сосисочные моды, первая из которых рассматривается как фундаментальная. Быстрые сосисочные моды также не должны наблюдаться при плохом пространственном разрешении. Исключением является первая быстрая сосисочная мода, обычно рассматриваемая как фундаментальная. Однако эта мода отсутствует в тонких магнитных трубках.

20.04-01.498 Управление орбитальным движением и ориентацией космической обсерватории Спектр—Рентген—Гамма. Эйсмонт Н.А., Коваленко И.Д., Назаров В.Н., Назиров Р.Р., Коротков Ф.В., Погодин А.В., Мжельский П.В., Михайлов Е.А., Дмитрих А.В., Трегубов А.И. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 4, с. 292-303. Рус.

Космическая обсерватория Спектр—Рентген—Гамма (СРТГ) была запущена с космодрома Байконур 13 июля 2019 г. и в настоящее время находится на траектории полета в окрестности коллинеарной солнечно-земной точки либрации L2. Планируемая продолжительность эксплуатации обсерватории составляет

7 лет и включает в себя обзор всего неба и глубокие исследования отдельных объектов в рентгеновском диапазоне 0.3—15 кэВ. В статье рассматриваются технические ограничения миссии, относящиеся к сценарию запуска, конструкции космического аппарата, характеристикам его систем, включая системы передачи информации и команд, управления орбитальным движением и ориентацией, а также особенности наземного сегмента, используемого для решения этих задач. В рамках упомянутых ограничений проводится анализ стратегии разгрузки маховиков системы ориентации. Целью этого анализа является определение оптимального баланса между операциями разгрузки маховиков при управлении ориентацией обсерватории, орбитальными маневрами удержания ее на заданной траектории, а также расходом рабочего тела и требованиями со стороны научных измерений. Предлагаемый метод позволяет минимизировать общий расход рабочего тела согласованным управлением работой системы ракетных двигателей ориентации, одновременно используя их для поддержания заданных параметров орбиты.

20.04-01.499 Обобщенная эллиптическая ограниченная задача четырех тел с переменной массой. Generalized elliptic restricted four-body problem with variable mass. Ansari A.A., Prasad S.N. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 4, с. 304. Англ.

The elliptic case of restricted four-body problem with variable mass of infinitesimal body is studied here. The three primary bodies which are placed at the vertices of an equilateral triangle and moving in the elliptical orbits around their common center of mass. Out of these primaries we have considered that one massive body is having radiating effect and other two bodies are oblate in shapes. The fourth body which have infinitesimal mass, are varying its mass according to Jeans law. We derive the equations of motion of the infinitesimal body under the generalized sense in the elliptic restricted four-body problem by using the Meshcherski-space time transformations. Further we numerically study about the equilibrium points, Poincare surfaces of section, regions of possible motion and basins of the attracting domain by considering the variation of parameters used. Further more we examine the stability of these equilibrium points and found them unstable.

20.04-01.500 Протяженный газовый диск в S0 галактике NGC 4143. Сильченко О.К., Моисеев А.В., Опариш Д.В. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 5, с. 307-316. Рус.

Представлены результаты спектрального исследования линзовидной галактики NGC 4143 — периферийного члена скопления галактик Ursa Major. Используя наблюдения на 6-м телескопе САО РАН с прибором SCORPIO-2 и архивные данные панорамной спектроскопии с прибором SAURON на телескопе WHT, мы обнаружили в этой линзовидной галактике протяженный наклонный газовый диск, спин которого примерно противоположен по направлению спину звездного диска вплоть до расстояния от центра около 3.5 кпк. Изображения галактики в эмиссионных линиях H α и [NII] λ 6583, полученные на 2.5-м телескопе КГО ГАИШ МГУ с прибором MaNGaL, показали, что эмиссионные линии возбуждены ударной волной. В распределении яркости линий ионизованного газа (H α и [NII] по данным MaNGaL и [OIII] по данным SAURON) хорошо заметна спиральная структура, отсутствующая в звездном диске галактики. Комплексный анализ как распределения Ликских индексов вдоль радиуса, так и интегральных цветов, включающих измерения в ультрафиолете с космическим телескопом GALEX и измерения в ближнем инфракрасном диапазоне с космическим телескопом WISE, показал, что в галактике отсутствует звездообразование, возможно, уже в течение последних 10 млрд лет. Таким образом, недавнее событие аккреции внешнего газа в NGC 4143 не сопровождалось звездообразованием, что, вероятно, связано с наклонным направлением натекания газа на диск.

20.04-01.501 Оценки параметров внегалактического фона и шума путаницы для телескопа “Миллиметр”. Ермаш А.А., Пилипенко С.В., Лукаш В.Н. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 5, с. 317-332. Рус.

Чувствительность наблюдений будущими телескопами далекого инфракрасного диапазона, такими как Миллиметр, бу-

дет ограничена шумом путаницы, создаваемым далекими галактиками. Нами была создана модель ИК-фона, главной целью которой было исследование параметров шума путаницы. Модель основана на общедоступной симуляции eGALICS. Для каждой галактики из симуляции мы создаем модельный спектр при помощи программных кодов GRASIL и CHEEVO, что позволяет получить подсчеты источников, спектр фона и различные параметры. Полученные результаты сравниваются с наблюдательными данными и предсказаниями других моделей. Мы приходим к выводу, что наша модель достаточно уверенно воспроизводит наблюдательные данные. Однако стоит отметить, что модели предсказывают различные распределения источников на плоскости поток—красное смещение, в особенности на больших z . Нами сделаны оценки шума путаницы, основанные на подсчетах источников (критерий плотности источников, критерий вероятности отклонения и т.п.), а также на основе модельных карт. Показано, что ограниченное угловое разрешение наблюдений влияет на кривые подсчетов источников и на оценки шума путаницы. В отличие от других работ, в этой области мы получили карты интенсивности ИК-фона и каталоги модельных галактик с реалистичными спектрами, пригодные для изучения методов борьбы с эффектом путаницы.

20.04-01.502 Изучение зависимости формы пла- то сверхновых типа II от металличности. Гольдштейн А.А., Блинные С.И. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 5, с. 333-339. Рус.

Рассмотрен эффект изменения темпа падения блеска в полосе U для сверхновых типа II-P (SN IP) в зависимости от металличности Z . На основе этого эффекта предлагается новый метод определения фотометрического красного смещения по форме кривой блеска SN IP в полосе U . С помощью программы STELLA в разных полосах построены модельные кривые блеска для разных красных смещений $z=0.0, 0.1, 0.3$ с уменьшением металличности в моделях от $Z\sim 10^{-3}$ до $\sim 10^{-6}$. Показано, что при самых низких значениях металличности поток в полосе U выходит на плато. Рассмотрено влияние и других параметров: массы предсверхновой и массы радиоактивного никеля-56.

20.04-01.503 Первый день сверхновой типа IP SN 2013fs: $H\alpha$ от ускоренного газа перед ударной волной. Чугай Н.Н. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 5, с. 340-344. Рус.

Исследуется природа асимметрии эмиссии $H\alpha$ от околозвездной оболочки вокруг сверхновой IP SN 2013fs в спектре, полученном спустя 10.3 часа после выхода ударной волны. Сферическая модель формирования $H\alpha$, с учетом ускорения газа перед ударной волной излучением сверхновой, позволяет воспроизвести асимметричный профиль $H\alpha$. Основные факторы, ответственные за асимметрию: высокая скорость околозвездного газа перед ударной волной ($\sim 3000 \text{ км с}^{-1}$) и низкая соболевская оптическая толща в линии в совокупности с экранированием излучения $H\alpha$ фотосферой.

20.04-01.504 Эволюционные и гидродинамические модели короткопериодических цефеид. Фадеев Ю.А. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 5, с. 345-352. Рус.

Проведены расчеты эволюции звезд населения I с массой на главной последовательности $5M_{\odot} \leq M_0 \leq 6.1M_{\odot}$ до стадии истощения гелия в ядре при начальных содержаниях гелия и более тяжелых элементов $Y_0=0.28$ и $Z_0=0.02$. Отдельные модели эволюционных последовательностей, соответствующие стадии термоядерного горения гелия, были использованы как начальные условия при решении уравнений радиационной гидродинамики и нестационарной конвекции, описывающих радиальные пульсации цефеид. На диаграмме Герцшпрунга—Рессела петли эволюционных треков пересекают красную границу полосы неустойчивости при $M_0 > 5.1M_{\odot}$. Рассчитана сетка гидродинамических моделей цефеид, находящихся на стадиях второго и третьего пересечений полосы неустойчивости. Для каждой эволюционной последовательности цефеид, пульсирующих в первом обертоном, период и скорость изменения периода определены как непрерывные функции времени эволюции. Результаты выполненных расчетов находятся в хорошем согласии с современными наблюдательными оценками скорости изменения периода короткопериодических цефеид V532 Cyg, BG Cru и RT

Aug.

20.04-01.505 Эволюционный статус Ар-звезд HD 110066 и HD 153882. Романовская А.М., Рябчикова Т.А., Шуляк Д.В. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 5, с. 353-365. Рус.

Представлены результаты определения фундаментальных параметров атмосфер магнитных химически пекулярных Ар звезд HD 110066 (AX CVn) и HD 153882 (V451 Her). Определение параметров атмосфер (T_{eff} , lgg , R/R_{\odot} и L/L_{\odot}) основано на самосогласованном анализе спектров высокого разрешения (ESPaDOnS с $R=65000$) и наблюдаемого распределения потока в широком спектральном диапазоне. Получены значения радиальных компонент магнитного поля $B_r=4015\pm 180$ Гс для HD 110066 и $B_r=3800\pm 200$ Гс для HD 153882 по наблюдаемому расщеплению линий и магнитному дифференциальному уширению. Проведен анализ химического состава и вертикального распределения (стратификации) Fe и Cr по глубине атмосферы, поскольку линии этих элементов дают наибольший вклад в поглощение, и наличие стратификации влияет на распределение выходящего потока. С учетом аномального химического состава и стратификации построены модели атмосфер и определен эволюционный статус данных звезд. Положение HD 110066 и HD 153882 на диаграмме Герцшпрунга—Рессела подтверждает наблюдаемое уменьшение величины магнитного поля с возрастом звезды для звезд с массами больше $2.5M_{\odot}$.

20.04-01.506 Исследование устойчивости планетной системы на космогонических временах. Микрюков Д.В. Письма в Астрон. жс. 2020. 46, № 5, с. 366-380. Рус.

Рассматривается динамическая эволюция планетных систем, структура которых близка к круговой и компланарной. Исследование выполняется с помощью метода осреднения Хори—Дебри в рамках теории первого порядка по планетным массам. Для получения уравнений движения используются удобный набор канонических элементов и редко упорядочиваемая разность астроцентрических координат. Благодаря использованию выбранной системы канонических элементов, разложения правых частей осредненных уравнений содержат относительно небольшое количество слагаемых. По сравнению с другими распространенными системами координат, применяемые нами астроцентрические координаты позволяют получить более удобное представление возмущающей функции и не требуют ее разложения в ряд по степеням малого параметра. На временах порядка 10^5 — 10^7 лет с помощью численного интегрирования осредненных уравнений изучена долговременная эволюция планетных систем HD 12661, ν Andromedae, а также некоторых модельных систем. В рассмотренных системах выявлены возможные вековые резонансы.

20.04-01.507 Информационно-метеорологическая оптимизация погрешностей волнового фронта излучения, регистрируемого телескопом. Сычев В.В., Клем А.И. Приборы. 2020, № 5, с. 14-20. Рус.

На примере моделирования и абберационного расчета оптической системы космического телескопа обсерватории «Миллиметрон» представлено решение информационно-метеорологической задачи минимизации погрешностей волнового фронта излучения, регистрируемого телескопом. С увеличением размеров приемной апертуры телескопов значительно возрастает влияние факторов, искажающих волновой фронт (ВФ) регистрируемого телескопом излучения, на качество получаемого изображения. В работе рассматриваются пути снижения влияния искажающих факторов, вызванных абберациями оптической системы (ОС). В качестве объекта исследования выбрана ОС космического телескопа (КТ) «Миллиметрон».

20.04-01.508 Методы измерения сигнала фазовой калибровки РСДБ-радиотелескопов. Носов Е.В. Известия вузов. Радиофизика. 2019. 62, № 4, с. 263-276. Рус.

В большинстве современных радиотелескопов, используемых для радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами, в сигнальный тракт вводят специальный сигнал для фазовой калибровки оборудования. Этот сигнал используется при корреляционной обработке радиоастрономических наблюдений для получения синтетизированного отклика, когда необходимо согласовать по фазе и задержке сигналы нескольких частотных ка-

налов, а также для контроля работоспособности оборудования и фазовой стабильности сигнального тракта при подготовке и проведении наблюдений. Выделение сигнала фазовой калибровки в регистрируемых данных требует значительных вычислительных ресурсов. При этом объём вычислений растёт вместе с увеличением регистрируемой полосы частот, которая на современных радиотелескопах, таких как РТ-13 РСДБ-сети «Квазар-КВО», может составлять несколько гигагерц. В данной работе рассмотрены известные методы измерения параметров сигнала фазовой калибровки, дана оценка их точности, проведено сравнение вычислительной эффективности и показаны недостатки существующих алгоритмов измерения. Автором предложен усовершенствованный метод, позволяющий добиться значительной экономии вычислительных ресурсов без потери точности измерений, что снижает требования к аппаратуре и ускоряет вычисления.

20.04-01.509 Алгоритм обнаружения экстремальной солнечной вспышки 06.09.2017 по её геомагнитным предвестникам. *Бархатов Н.А., Ревунов С.Е., Бархатова О.М., Ревунова Е.А., Косолапова Н.В. Известия вузов. Радиофизика.* 2019. 62, № 10, с. 729-735. Рус.

Эффективность разработанного ранее алгоритма прогноза экстремальных солнечных вспышек по их геомагнитным предвестникам проверена на примере серии вспышек класса X, зарегистрированных 06.09.2017. В последние несколько лет эти события солнечной вспышечной активности рассматриваются как наиболее интенсивные. Алгоритм заключается в сопоставлении суммарных гистограмм нормированного количества моментов синхронизации колебаний длиннопериодных пульсаций горизонтальной составляющей геомагнитного поля с событиями экстремальных солнечных вспышек в предшествующие им интервалы. Результатом работы алгоритма являются обнаруживаемые за несколько суток до развития интенсивных вспышек на Солнце экстремумы гистограмм, которые можно рассматривать как маркеры ожидаемой экстремальной вспышечной активности. Выполненное исследование подтверждает возможность использования ранее предложенного алгоритма для краткосрочного прогноза солнечной вспышечной активности.

20.04-01.510 Расчетный анализ ионизации сжатого слоя при входе космического аппарата Schiaparelli в плотные слои атмосферы Марса. *Суржиков С.Т. Известия РАН. Механика жидкости и газа.* 2020, № 3, с. 80-92. Рус.

Представлен расчетный анализ неравновесных аэрофизических процессов у поверхности спускаемого аппарата Schiaparelli на участке гиперзвукового полета в плотных слоях атмосферы Марса. Реализована двумерная расчетная модель, основанная на системе самосогласованных уравнений неравновесной физической и химической механики частично ионизованного многокомпонентного вязкого и теплопроводного газа. Расчетное исследование условий обтекания спускаемого аппарата Schiaparelli при его посадке на Марс показало, что в диапазоне высот 80–30 км в возмущенной спускаемым аппаратом области течения электронная концентрация достигает значений 10^9 – 10^{11} см⁻³. Указанные расчетные данные подтверждаются летными данными по блокировке радиосигналов, которые передавались спускаемым аппаратом на орбитальный модуль.

20.04-01.511 Моделирование системы мониторинга воздушно-космического пространства. *Куликов С.В., Епанешников Н.М., Гудаев Р.А., Чеботарь И.В., Балдычев М.Т. Радиотехника.* 2020. 84, № 4-8, с. 46-58. Рус.

Постановка проблемы. Синтезирование совокупности информационных средств, действующих в едином информационном поле и по единому замыслу, является негравитационной задачей, в особенности, если требуется определить качество решаемых ими задач в интересах потребителей. Для определения потенциальных характеристик систем мониторинга воздушно-космического пространства, как правило, применяются модели, которые не учитывают особенности функционирования и взаимодействия информационных средств. Цель. Представить результаты исследования модели функционирования системы мониторинга воздушно-космического пространства для определения пространственных и временных характеристик, до-

стигаемых за счет использования сети географически распределенных информационных средств. Результаты. Рассмотрена модель системы мониторинга воздушно-космического пространства, которая учитывает особенности функционирования информационных средств, работающих в различных диапазонах излучения, особенности получения информации, взаимное расположение небесных объектов и другие. Для верификации предложенной модели проведено имитационное моделирование, результаты которого сравнивались с данными, представленными в интерфейсном контрольном документе, при этом максимальное расхождение между контрольными и модельными данными составило 10^{-2} . Практическая значимость. Применение модели позволяет решать широкий спектр задач по оцениванию пространственных, оперативных и вероятностных характеристик систем мониторинга воздушно-космического пространства в интересах рационального распределения информационных средств, а также предъявлять требований как к ним самим, так и к системе в целом.

20.04-01.512 Самосогласованная модель внегалактического потока нейтрино от эволюционирующей популяции блазаров. *Self-consistent model of extragalactic neutrino flux from evolving blazar population. Neronov A., Semikoz D. Ж. эксперим. и теор. физ.* 2020. 158, № 2, с. 295-299. Англ.

Теоретически исследуется нелинейный оптический отклик монослоя регулярно расположенных трехуровневых квантовых излучателей с дублетом в возбужденном состоянии на действие монохроматического электромагнитного поля, квазирезонансного оптическим переходам в излучателе. В приближении среднего поля учитывается полное запаздывающее диполь-дипольное взаимодействие излучателей. Это взаимодействие играет роль положительной обратной связи, которая, в сочетании с имманентной нелинейностью самих излучателей, приводит к мультистабильности отклика монослоя. Для анализа устойчивости различных ветвей последнего используется метод показателей Ляпунова. Найдено, что тип неустойчивости зависит от величины расщепления дублета и эволюционирует от автоколебаний к хаосу по мере увеличения расщепления. Другим важным оптическим свойством монослоя является его высокая (практически стопроцентная) отражательная способность в определенной полосе частот, т.е. в данной полосе монослой функционирует как идеальное нанометровое зеркало, причем, отражение может быть переключено на пропускание небольшим изменением амплитуды падающего поля (би-стабильность). Обсуждаются возможности применения перечисленных оптических свойств монослоя в нанофотонике. DOI: 10.31857/S0044451020080064.

20.04-01.513 Об эволюции движений спутника-баллона в плоской ограниченной планетной задаче четырех тел с учетом светового давления. *Доброславский А.В., Красильников П.С. Прикл. мат. и мех.* 2020. 84, № 1, с. 26-43. Рус.

Рассмотрена плоская ограниченная задача четырех тел с учетом сил светового давления, когда орбита Земли — кеплеровский эллипс с фокусом в Солнце, орбита Луны — кеплеровский эллипс с фокусом в Земле, спутник-баллон — пассивно гравитирующее тело. Получена усредненная силовая функция задачи в оскулирующих элементах в нерезонансном случае, когда невозмущенная орбита спутника Земли принадлежит внешней сфере гравитационного влияния Земли, расположенной за лунной сферой Хилла. Показано, что интегралами усредненных уравнений в оскулирующих элементах являются большая полуось орбиты спутника и среднее значение силовой функции. Исследованы стационарные режимы колебаний, их бифуркация в зависимости от коэффициента светового давления и большой полуоси невозмущенной орбиты спутника. Построены фазовые портреты колебаний при разных значениях коэффициента светового давления. Проведены расчеты либрационных и ротационных движений спутника в плоскости эклиптики.

20.04-01.514 Российские исследования планетных атмосфер в 2015–2018 гг. *Кораблев О.И. Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2020. 56, № 2, с. 158-169. Рус.

Представлен обзор результатов исследований планетных атмосфер в 2015–2018 гг. российскими учеными, подготовленный

в Комиссии по планетным атмосферам Национального геофизического комитета для Национального отчета по метеорологии и атмосферным наукам к XXVII Генеральной ассамблее Международного союза геодезии и геофизики (г. Монреаль, 8–18 июня 2019 г.).

20.04-01.515 Лабораторное моделирование взаимодействия Солнечного ветра с Лунными магнитными аномалиями. *Руменскиз М.С., Чибранов А.А., Ефимов М.А., Березуцкий А.Г., Посух В.Г., Захаров Ю.П., Бояринцев Э.Л., Мирошниченко И.В., Шайхисламов И.Ф. Письма в ЖЭТФ.* 2020. 111, № 6, с. 335-342. Рус.

Представлены результаты лабораторного эксперимента по моделированию отражения протонов над участками локальной намагниченности Лунной коры. Для моделирования локализованного магнитного поля использовался квадрупольный и дипольный источник. Отражение протонов вблизи за счет действия магнитного поля достигало 50% от натекающего потока. Обнаружена значительная разница как в структуре мини-магнитосферы, так и отражения протонов между квадрупольной и дипольной конфигурацией. Полученные данные качественно согласуются с измерениями in situ космическими аппаратами над Лунными магнитными аномалиями.

20.04-01.516 Пространственное решение Казнера и бесконечная плита с постоянной плотностью энергии. *Spatial Kasner solution and an infinite slab with constant energy density. Kamenshchik A.Yu., Vardanyan T. Письма в ЖЭТФ.* 2020. 111, № 6, с. 343-344. Англ.

<https://doi.org/10.31857/S0370274X20060028>.

20.04-01.517 О размерности тетрад в эффективной гравитации. *On dimension of tetrads in effective gravity. Volovik G.E. Письма в ЖЭТФ.* 2020. 111, № 7, с. 441-442. Англ.

DOI: 10.31857/S0370274X20070024.

20.04-01.518 Обобщенная унимодулярная гравитация во вселенных Фридмана и Кантовского—Сакса. *Generalized unimodular gravity in Friedmann and Kantowski—Sachs universes. Kamenshchik A.Yu., Tronconi A., Venturi G. Письма в ЖЭТФ.* 2020. 111, № 8, с. 485-486. Англ.

<https://doi.org/10.31857/S1234567820080029>.

20.04-01.519 Исследование экзопланет спектроскопическими методами. *Панчук В.Е., Балегга Ю.Ю., Ключкова В.Г., Сачков М.Е. УФН.* 2020. 190, № 6, с. 605-626. Рус.

Проводится обзор спектроскопических методов наблюдений звезд в задачах поиска и исследования экзопланет. Рассмотрены инструментальные ошибки измерений лучевых скоростей и пути снижения (или принципиального устранения) этих ошибок. Отмечена роль астрометрических и фотометрических методов. Обсуждаются результаты исследования химического состава родительских звезд и результаты спектроскопии транзитных явлений. Оцениваются некоторые перспективы направления. Сообщается о разработках наземной и орбитальной отечественной аппаратуры, ориентированной на спектроскопию и спектрополяризацию звезд.

20.04-01.520 Силуэты невидимых чёрных дыр. *Докучаев В.И., Назарова Н.О. УФН.* 2020. 190, № 6, с. 627-647. Рус.

Изолированная чёрная дыра в общей теории относительности является невидимым объектом из-за бесконечно большого красного смещения фотонов, летящих от её горизонта событий к удалённому наблюдателю. Однако видимой может быть тёмная тень (силуэт) чёрной дыры на фоне излучающего вещества,

линзированного в гравитационном поле чёрной дыры. Тень чёрной дыры — это проекция на небесную сферу сечения захвата фотонов чёрной дырой. Если подсвечивающий чёрную дыру фон находится далеко за чёрной дырой, а точнее, на расстоянии, значительно превышающем радиус горизонта событий, то может наблюдаться классическая тень чёрной дыры максимального размера. Тень минимального размера может наблюдаться, если та же самая чёрная дыра подсвечивается внутренней частью аккреционного диска, примыкающей к горизонту событий. В этом случае тень аккрецирующей чёрной дыры является линзированным изображением северной или южной полусферы горизонта событий в зависимости от ориентации оси вращения чёрной дыры. Тёмный силуэт южной полусферы горизонта событий виден на изображении сверхмассивной чёрной дыры M87*, полученном Телескопом горизонта событий. Яркость аккреционного диска вокруг чёрной дыры может значительно превышать яркость удалённого фона в виде звезд и облаков горячего газа. По этой причине трудно наблюдать классическую тень аккрецирующей чёрной дыры.

20.04-01.521 Обобщение метода коэффициента k в теории относительности на произвольный угол между скоростью наблюдателя (источника) и направлением луча света от далёкого неподвижного источника (к далёкому неподвижному наблюдателю). *Ритус В.И. УФН.* 2020. 190, № 6, с. 648-657. Рус.

Метод коэффициента k , предложенный Г. Бонди, распространён на общий случай, когда угол α между скоростью сигнала от неподвижного далёкого источника и скоростью наблюдателя не равен нулю или π , как у Бонди, а может принимать любое значение в интервале $0 \leq \alpha \leq \pi$, и на обратный случай, когда источник движется, а наблюдатель покоится и угол α между скоростью источника и направлением сигнала к наблюдателю принимает любое значение между 0 и π .

20.04-01.522 Кротовые норы с близкими друг от друга входами. *Кардашёв Н.С., Новиков И.Д., Репин С.В. УФН.* 2020. 190, № 6, с. 664-668. Рус.

Рассматриваются теоретические и наблюдательные свидетельства для проверки выдвинутой Н.С. Кардашёвым гипотезы о том, что некоторые из двойных изображений ядер галактик могут быть входами в одну и ту же кротовую нору.

20.04-01.523 Структура и динамика концентрированных мезомасштабных вихрей в атмосферах планет. *Онищенко О.Г., Похотелов О.А., Астафьева Н.М., Хортон В., Федун В.Н. УФН.* 2020. 190, № 7, с. 732-748. Рус.

Концентрированные вихри — это локализованные в пространстве структуры с ненулевой завихренностью, окружённые потенциальным течением. К таким структурам относится обширный класс мезомасштабных вихрей, включающий в себя пыльные дьяволы, водяные вихри, огненные вихри, а также более крупномасштабные и более интенсивные торнадо. Из довольно широкого класса концентрированных мезомасштабных вихрей пыльные дьяволы выбраны как наиболее простые и легко наблюдаемые структуры благодаря частицам пыли, играющим роль трассеров. Цель обзора — рассмотрение основных результатов исследования пыльных дьяволов в атмосферах Земли и Марса. В рамках идеальной гидродинамики обсуждается недавно созданная модель, позволяющая описывать вихревые структуры, полностью локализованные в пространстве. Кратко обсуждаются результаты численного моделирования динамики вихрей и аналитическая модель генерирования вихрей в конвективно неустойчивой атмосфере.

См. также [20.04-01.9](#), [20.04-01.10](#), [20.04-01.12](#), [20.04-01.276](#), [20.04-01.282](#), [20.04-01.304](#), [20.04-01.308](#), [20.04-01.309](#), [20.04-01.310](#), [20.04-01.311](#)

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

A

Abbasi R.U. 20.04-01.308
Ansari A.A. 20.04-01.499

B

Boldrighini C. 20.04-01.34

F

Frigio S. 20.04-01.34

K

Kamenshchik A.Yu. 20.04-01.516,
20.04-01.518

M

Mccorkindale J.C. 20.04-01.386

N

Neronov A. 20.04-01.512

P

Pellegrinotti A. 20.04-01.34
Решин С.В. 20.04-01.522
Prasad S.N. 20.04-01.499

R

Rhodes Ch.K. 20.04-01.386

S

Semikoz D. 20.04-01.512
Sinai Ya.G. 20.04-01.34

T

TA Collaboration 20.04-01.308
Tronconi A. 20.04-01.518

V

Vardanyan T. 20.04-01.516
Venturi G. 20.04-01.518
Volovik G.E. 20.04-01.517

A

Абалакин И.В. 20.04-01.33
Абдуллоев С.Х. 20.04-01.401,
20.04-01.403, 20.04-01.410,
20.04-01.425, 20.04-01.428,
20.04-01.429, 20.04-01.430,
20.04-01.431, 20.04-01.443,
20.04-01.444, 20.04-01.445,
20.04-01.448
Абдуллоев Х.О. 20.04-01.85,
20.04-01.86
Абдульмянов Т.Р. 20.04-01.317
Абдуманонов А. 20.04-01.248
Абдуманонов Ф.А. 20.04-01.248
Абишева Л.С. 20.04-01.25,
20.04-01.96
Абраменко Д.Н. 20.04-01.235
Абрамова К.А. 20.04-01.222
Абубекеров М.К. 20.04-01.486

Абдуллоев С.Х. 20.04-01.452
Агаловян Л.А. 20.04-01.76
Агаловян М.Л. 20.04-01.76
Адамсон С.О. 20.04-01.193
Азимов Ш.Ш. 20.04-01.248
Аитов В.Н. 20.04-01.325
Акдоодов Д. 20.04-01.107
Акдоодов Д.М. 20.04-01.97
Алабужев А.А. 20.04-01.75
Алгазин О.Д. 20.04-01.312
Алейник А.С. 20.04-01.162,
20.04-01.163
Александров В.А. 20.04-01.186
Александров Е.Б. 20.04-01.17
Алексеев Г.В. 20.04-01.266
Алексюк А.И. 20.04-01.219
Алешин Н.П. 20.04-01.167
Ализаде Н.И. 20.04-01.77
Алимов О.А. 20.04-01.413
Алтынцев А.Т. 20.04-01.478
Аль Умари И.Х.А. 20.04-01.265
Альков С.В. 20.04-01.166
Ананьев Р.А. 20.04-01.182
Ананьева В.И. 20.04-01.462
Андреев Е.В. 20.04-01.206
Андриевский С.М. 20.04-01.336
Андрienko O.C. 20.04-01.193
Андрук В.Н. 20.04-01.446
Андрухович И.М. 20.04-01.370
Анкилов А.В. 20.04-01.19,
20.04-01.215, 20.04-01.226
Антипенко Л.Г. 20.04-01.391
Антипова А.В. 20.04-01.314
Антонюк А.К. 20.04-01.426
Антохин И.И. 20.04-01.338
Антохина Э.А. 20.04-01.338
Артамонов М.Ф. 20.04-01.483
Артеменко С.А. 20.04-01.339
Артемьев Б.В. 20.04-01.1
Архипов В.В. 20.04-01.182
Асади А. 20.04-01.305
Асадчая М.В. 20.04-01.120,
20.04-01.121, 20.04-01.122
Асоев Х.Г. 20.04-01.425,
20.04-01.430, 20.04-01.431,
20.04-01.439
Астафьева Н.М. 20.04-01.523
Атапин К. 20.04-01.324
Ахтемов Э.С. 20.04-01.344,
20.04-01.349, 20.04-01.363
Ашимбаева Н.Т. 20.04-01.489
Аширов А.Н. 20.04-01.162,
20.04-01.163
Аюбов Д.К. 20.04-01.431,
20.04-01.443

B

Бабаджанов П.Б. 20.04-01.396,
20.04-01.398, 20.04-01.399,
20.04-01.400, 20.04-01.406,
20.04-01.407, 20.04-01.409,
20.04-01.414, 20.04-01.419,
20.04-01.420, 20.04-01.421,
20.04-01.422, 20.04-01.423,
20.04-01.427, 20.04-01.435,
20.04-01.436, 20.04-01.441,
20.04-01.449, 20.04-01.451,
20.04-01.455, 20.04-01.457
Бабина Е.В. 20.04-01.339,
20.04-01.356
Бабкин Д.С. 20.04-01.189
Багров В.Г. 20.04-01.485

Бадюкина Т.Е. 20.04-01.216
Бадюков Д.Д. 20.04-01.468
Баев А.Р. 20.04-01.119, 20.04-01.120,
20.04-01.121, 20.04-01.122
Базулин А.Е. 20.04-01.271
Базыкина А.Ю. 20.04-01.58
Байкова А.Т. 20.04-01.496
Байтерьяков А.В. 20.04-01.245
Баканас Е. 20.04-01.459
Баканас Е.С. 20.04-01.438,
20.04-01.444, 20.04-01.445,
20.04-01.452
Балакший В.И. 20.04-01.159
Балдычев М.Т. 20.04-01.511
Балега Ю.Ю. 20.04-01.16,
20.04-01.519
Барабанов С.И. 20.04-01.445
Баранов А.В. 20.04-01.249
Барановский Э.А. 20.04-01.348,
20.04-01.362
Барат В.А. 20.04-01.238,
20.04-01.263
Бардаков В.В. 20.04-01.238,
20.04-01.263, 20.04-01.273
Бархатов Н.А. 20.04-01.509
Бархатова О.М. 20.04-01.509
Батшев В.И. 20.04-01.157
Бахтигараев Н.С. 20.04-01.440,
20.04-01.454
Бахтин Б.И. 20.04-01.378
Безрук М.Н. 20.04-01.191
Безуглая Н.В. 20.04-01.369
Безуглый М.А. 20.04-01.369
Белецкий А.Б. 20.04-01.480,
20.04-01.483
Бенаммар А. 20.04-01.168
Бердников Л.Н. 20.04-01.495
Бережной А.А. 20.04-01.341
Березуцкий А.Г. 20.04-01.515
Беркутов Р.Н. 20.04-01.185
Бернгардт О.И. 20.04-01.481
Берто Ж.-Л. 20.04-01.325
Берто Ж.Л. 20.04-01.462
Бершицкий И.М. 20.04-01.255
Бескровная Н.Г. 20.04-01.331
Бикмаев И.Ф. 20.04-01.332
Бикулова Д.А. 20.04-01.475
Бискало Д.В. 20.04-01.487
Битюрин А.А. 20.04-01.66
Блинков Ю.А. 20.04-01.81,
20.04-01.82, 20.04-01.83
Блинкова А.Ю. 20.04-01.40,
20.04-01.80, 20.04-01.81,
20.04-01.101
Блинников С.И. 20.04-01.502
Блохин А.М. 20.04-01.284
Бобков В.Г. 20.04-01.33
Бобренко В.М. 20.04-01.239
Бобров В.Т. 20.04-01.239
Бобровников С.М. 20.04-01.482
Бобровская А.И. 20.04-01.42
Бобылев В.В. 20.04-01.496
Богдан О.П. 20.04-01.115
Богданов А.В. 20.04-01.377
Богданов А.Н. 20.04-01.196
Богданчук К.А. 20.04-01.244
Богомоллов А.В. 20.04-01.207
Бойко А.Н. 20.04-01.379
Бойцова О.В. 20.04-01.294
Бондаренко А.Ю. 20.04-01.297
Бондарь Н.И. 20.04-01.329
Бордовицына Т.В. 20.04-01.472
Борзенко Е.И. 20.04-01.45

Борискина И.П. 20.04-01.20
 Борисов Н.В. 20.04-01.330
 Боритко С.В. 20.04-01.157
 Бородкова Н.Л. 20.04-01.370
 Борчевкина О.П. 20.04-01.193
 Бочкова С.Д. 20.04-01.164
 Бояринцев Э.Л. 20.04-01.515
 Брага Ю.А. 20.04-01.184
 Бранфилова А.Н. 20.04-01.25
 Брунс А.В. 20.04-01.352
 Брысев А.П. 20.04-01.63
 Бублик С.А. 20.04-01.291
 Бугаев А.С. 20.04-01.62
 Будников А.В. 20.04-01.54
 Булатов А.С. 20.04-01.236
 Булдакова И.В. 20.04-01.246
 Бункин А.Ф. 20.04-01.63
 Буриев А.М. 20.04-01.405,
 20.04-01.408, 20.04-01.425,
 20.04-01.430, 20.04-01.431,
 20.04-01.444, 20.04-01.450,
 20.04-01.452, 20.04-01.453,
 20.04-01.459, 20.04-01.460
 Бурлаков А.Б. 20.04-01.158
 Бурлакова Т.Е. 20.04-01.325
 Бурнашев В.И. 20.04-01.327,
 20.04-01.360, 20.04-01.361
 Бурнашева Б.А. 20.04-01.327,
 20.04-01.360, 20.04-01.361
 Бутов А.В. 20.04-01.271
 Бучелла Ф. 20.04-01.316
 Бучной Н.В. 20.04-01.26
 Быков А.М. 20.04-01.17
 Быкова Т.В. 20.04-01.21
 Быстрыюкова Т.В. 20.04-01.264
 Бычков А.Е. 20.04-01.169
 Бычков А.Л. 20.04-01.264
 Бычков В.Д. 20.04-01.325,
 20.04-01.329
 Бычкова Л.В. 20.04-01.329

В

Вагапо Р.К. 20.04-01.256
 Вакар В.И. 20.04-01.241
 Вакар Р.В. 20.04-01.241
 Валеев А.Ф. 20.04-01.325
 Валиев Р.М. 20.04-01.248
 Валявин Г.Г. 20.04-01.325,
 20.04-01.331
 Варламов А.В. 20.04-01.163
 Василенков Д.А. 20.04-01.214
 Васильев В.В. 20.04-01.242
 Васильев Р.В. 20.04-01.480,
 20.04-01.483
 Васильева М.А. 20.04-01.466
 Васильева С.В. 20.04-01.336
 Васильева Т.А. 20.04-01.475
 Вашковьяк М.А. 20.04-01.474
 Векстерн А.А. 20.04-01.462
 Вельмисов П.А. 20.04-01.22,
 20.04-01.204, 20.04-01.215,
 20.04-01.217, 20.04-01.226
 Вельмисова А.И. 20.04-01.23
 Верходанов О.В. 20.04-01.313
 Вершков В.А. 20.04-01.33
 Вильде М.В. 20.04-01.23
 Вильямс И.П. 20.04-01.400
 Виноградов А.В. 20.04-01.158
 Винокуров А. 20.04-01.324
 Витриченко Э.А. 20.04-01.329
 Владимирский Б.М. 20.04-01.352
 Влайков Н.Д. 20.04-01.437
 Власов А.А. 20.04-01.162,
 20.04-01.163

Волжин А.С. 20.04-01.373,
 20.04-01.374
 Волков В.В. 20.04-01.115
 Волкова Л.В. 20.04-01.124,
 20.04-01.246
 Волковский С.А. 20.04-01.164
 Волошинов В.Б. 20.04-01.161
 Вольвач А.Е. 20.04-01.341
 Вольвач Л.Н. 20.04-01.341
 Воронкова Л.В. 20.04-01.229
 Вьюгин П.Н. 20.04-01.169

Г

Габдеев М.М. 20.04-01.330
 Гаврилов Л.Р. 20.04-01.53
 Гаген-Торн Е.И. 20.04-01.361
 Гадельшин Д.Р. 20.04-01.325
 Газизова Г.Г. 20.04-01.235
 Галазутдинов Г.А. 20.04-01.325
 Галазутдинова О.А. 20.04-01.315
 Галеев А.И. 20.04-01.332
 Галеотти П. 20.04-01.316
 Галиев А.Л. 20.04-01.247
 Галиева Р.Г. 20.04-01.247
 Галкин Д.И. 20.04-01.1
 Гамаюнова Е.Н. 20.04-01.91
 Ганг Д.Д. 20.04-01.93
 Ганиев О.Р. 20.04-01.30
 Гапонов С.А. 20.04-01.220,
 20.04-01.221
 Гасенкова И.В. 20.04-01.370
 Гасилов В.А. 20.04-01.32
 Гатауллин Р.Н. 20.04-01.47
 Гаязов И.С. 20.04-01.372
 Герасимов С.А. 20.04-01.382
 Герасимова Е.Г. 20.04-01.207
 Гермидер О.В. 20.04-01.200
 Гершберг Р.Е. 20.04-01.351
 Гибин И.С. 20.04-01.156
 Гиль Н.Н. 20.04-01.119
 Гильмутдинов А.Х. 20.04-01.100
 Гималтдинов И.К. 20.04-01.46
 Глаголевский Ю.В. 20.04-01.320
 Гладких А.А. 20.04-01.295
 Гладких В.А. 20.04-01.201
 Гладков С.О. 20.04-01.311
 Гладышев В.Е. 20.04-01.299
 Глоба М.В. 20.04-01.478
 Глушак А.П. 20.04-01.490
 Голованов А.И. 20.04-01.65
 Головин Д.В. 20.04-01.469
 Голубев Ю.Ф. 20.04-01.473
 Голубков Г.В. 20.04-01.193
 Голубков М.Г. 20.04-01.193
 Голубятников А.Н. 20.04-01.108
 Гольдварг Т.Б. 20.04-01.345
 Гольдштейн А.А. 20.04-01.502
 Гопка В.Ф. 20.04-01.336
 Горбанева Т.И. 20.04-01.335
 Горшанов Д.Л. 20.04-01.444,
 20.04-01.450
 Горшкова В.М. 20.04-01.166
 Гостев Н.Ю. 20.04-01.486
 Гранкин К.Н. 20.04-01.339
 Гранова Г.Н. 20.04-01.30
 Гребенев А.С. 20.04-01.493
 Гребенев С.А. 20.04-01.493
 Гречнев В.В. 20.04-01.478
 Григорьев В.М. 20.04-01.477
 Гришин М.Я. 20.04-01.63
 Гркович К.В. 20.04-01.481
 Грудский М.Я. 20.04-01.253
 Грушевский А.В. 20.04-01.473
 Грязнова И.Ю. 20.04-01.169

Губанов Д.А. 20.04-01.50
 Губанова Д.П. 20.04-01.193
 Губин А.В. 20.04-01.478
 Гудаев Р.А. 20.04-01.511
 Гулис И.М. 20.04-01.368
 Гульшин А.В. 20.04-01.239
 Гуляев Ю.В. 20.04-01.165
 Гулямов М.И. 20.04-01.410
 Гурбатов С.Н. 20.04-01.51,
 20.04-01.169
 Гурвиц Л.И. 20.04-01.16
 Гусева И.С. 20.04-01.331

Д

Давлатджонова Ш.Х. 20.04-01.149,
 20.04-01.151, 20.04-01.153
 Давруков Н.Х. 20.04-01.447,
 20.04-01.456
 Дагкесаманский Р.Д. 20.04-01.16
 Данилов В.Н. 20.04-01.229
 Двирный Г.В. 20.04-01.60
 Дворкович Ю.А. 20.04-01.493
 Дворянинова Н.В. 20.04-01.20
 Двуличанская Н.Н. 20.04-01.166
 Де С. 20.04-01.36
 Девонакулов Ш.А. 20.04-01.86
 Девяткин А.В. 20.04-01.444,
 20.04-01.450
 Дегтярева Н.А. 20.04-01.215
 Дедов А.И. 20.04-01.245
 Дейнека И.Г. 20.04-01.164
 Демидов М.Л. 20.04-01.477
 Дерепа А.В. 20.04-01.173
 Дерябин М.С. 20.04-01.51,
 20.04-01.169
 Джафарян С.М.М. 20.04-01.305
 Джураев Х.Ш. 20.04-01.37
 Дзюба В.П. 20.04-01.191
 Диденкулова Е.Г. 20.04-01.87
 Дитрих А.В. 20.04-01.498
 Дмитревский Н.Н. 20.04-01.182
 Дмитриев С.М. 20.04-01.54
 Доброславский А.В. 20.04-01.513
 Доброхотов С.Ю. 20.04-01.78
 Довкша Д.В. 20.04-01.371
 Докучаев В.И. 20.04-01.520
 Долгополов А.В. 20.04-01.365,
 20.04-01.366
 Долгополова Е.В. 20.04-01.365
 Драбек С.В. 20.04-01.325
 Драган С.П. 20.04-01.205
 Драгашиус Е. 20.04-01.123
 Дударов С.П. 20.04-01.296
 Дудоров А.Е. 20.04-01.465
 Дьяков Ю.А. 20.04-01.193
 Дьячкова М.В. 20.04-01.469

Е

Евдокимова Е.В. 20.04-01.83
 Евтушенко С.Г. 20.04-01.259
 Егоров Я.И. 20.04-01.347
 Егорова И.А. 20.04-01.333
 Ежкова О.В. 20.04-01.331
 Елизаров С.В. 20.04-01.238,
 20.04-01.263, 20.04-01.273
 Елистратова О.В. 20.04-01.28
 Емельянов Э.В. 20.04-01.325
 Епанешников Н.М. 20.04-01.511
 Еремин А.В. 20.04-01.96
 Еретнова О.В. 20.04-01.465
 Ермаш А.А. 20.04-01.501
 Ермолаев В.И. 20.04-01.181
 Ермолин К.С. 20.04-01.59

Ефимов И.М. 20.04-01.252
 Ефимов М.А. 20.04-01.515
 Ефимов М.Е. 20.04-01.164
 Ефимова А.И. 20.04-01.161
 Ефремов И.И. 20.04-01.18

Ж

Жаворонков К.Г. 20.04-01.119,
 20.04-01.121
 Желенкова О.П. 20.04-01.313
 Жеребцов Г.А. 20.04-01.476
 Жилкин А.Г. 20.04-01.487
 Жовтан А.В. 20.04-01.359
 Жугжда Ю.Д. 20.04-01.497
 Жуков А.Д. 20.04-01.259
 Жуков В.В. 20.04-01.96
 Журавская Т.А. 20.04-01.197
 Жучков Р.Я. 20.04-01.332

З

Забродский А.Г. 20.04-01.17
 Закарян Т.В. 20.04-01.76
 Закиров У.Н. 20.04-01.484
 Залевская Н.Е. 20.04-01.322
 Запелов Д.Н. 20.04-01.256
 Заринов А. 20.04-01.105,
 20.04-01.106, 20.04-01.280
 Застенкер Г.Н. 20.04-01.370
 Заушицын А.В. 20.04-01.271
 Захаренко В.В. 20.04-01.119
 Захаров Ю.П. 20.04-01.515
 Захарова А.Б. 20.04-01.19
 Звягин А.В. 20.04-01.30, 20.04-01.61
 Зеленкевич У. 20.04-01.322
 Зелёный Л.М. 20.04-01.16
 Землянухин А.И. 20.04-01.101
 Зиборов В.С. 20.04-01.199
 Зимин А.В. 20.04-01.172
 Зинкин В.Н. 20.04-01.205
 Злобин Д.В. 20.04-01.115,
 20.04-01.124
 Змитренко Н.В. 20.04-01.32
 Зоркальцева О.С. 20.04-01.483
 Зубцов В.И. 20.04-01.250
 Зусман Г.В. 20.04-01.1

И

Ибадинов Х.И. 20.04-01.405,
 20.04-01.408, 20.04-01.418,
 20.04-01.434, 20.04-01.439,
 20.04-01.447, 20.04-01.456
 Ибрагимов А.А. 20.04-01.424,
 20.04-01.425, 20.04-01.430,
 20.04-01.431, 20.04-01.444,
 20.04-01.447
 Иванов В.И. 20.04-01.237,
 20.04-01.273
 Иванов Е.Ф. 20.04-01.478
 Иванов С.В. 20.04-01.40, 20.04-01.80,
 20.04-01.101
 Иванова А. 20.04-01.459
 Иванова А.В. 20.04-01.448,
 20.04-01.453, 20.04-01.458
 Иванова А.Е. 20.04-01.462
 Иванча Е.В. 20.04-01.58
 Иванчик А.В. 20.04-01.17,
 20.04-01.494
 Ивашов С.И. 20.04-01.62
 Измайлов И.С. 20.04-01.475

Й

Йи С.Х. 20.04-01.93

И

Ильясов Х.Х. 20.04-01.78
 Ипатов А.В. 20.04-01.9, 20.04-01.372
 Иртуганов Э.Н. 20.04-01.332

Й

Йулдошев К.Х. 20.04-01.446

К

Кабанов С.И. 20.04-01.262
 Казаков В.В. 20.04-01.251
 Казаков Л.И. 20.04-01.39
 Казаков Ю.В. 20.04-01.186
 Казакова Ю.А. 20.04-01.22
 Казарян М.А. 20.04-01.193
 Каландарбеков И. 20.04-01.227,
 20.04-01.228, 20.04-01.268,
 20.04-01.269
 Каландарбеков И.И. 20.04-01.227,
 20.04-01.270
 Каландарбеков И.К. 20.04-01.270
 Калашник М.В. 20.04-01.195
 Калашников Д.В. 20.04-01.469
 Калашников С.А. 20.04-01.186
 Калашникова Т.М. 20.04-01.447
 Калининчева Е.С. 20.04-01.492
 Каминкер А.Д. 20.04-01.17
 Кандрачук И.В. 20.04-01.103
 Кане А.А. 20.04-01.209
 Каплянский А.А. 20.04-01.17
 Карабутов А.А. 20.04-01.232
 Карандин А.В. 20.04-01.157
 Каратаева Г.М. 20.04-01.315
 Кардашев Н.С. 20.04-01.522
 Каримов Б.Т. 20.04-01.370
 Каримов С.Н. 20.04-01.110
 Каримов Ф.Х. 20.04-01.224
 Карпов А.В. 20.04-01.175
 Карпов И.В. 20.04-01.193
 Карраро Д. 20.04-01.333
 Карташова А.П. 20.04-01.459
 Касаткина А.Н. 20.04-01.485
 Касьянов Д.А. 20.04-01.51
 Катанович А.А. 20.04-01.175
 Кашапов Н.Ф. 20.04-01.90
 Кашина М.А. 20.04-01.75
 Кашкиров С.А. 20.04-01.69
 Кебкел К.Г. 20.04-01.183
 Келлерманн К.И. 20.04-01.16
 Кидакоев А.М. 20.04-01.55
 Кикилич Н.Е. 20.04-01.163
 Ким К.-М. 20.04-01.325
 Киреев С.В. 20.04-01.217,
 20.04-01.218
 Кириллов Н.Д. 20.04-01.296
 Кирьянов А.В. 20.04-01.189
 Киселев А.Б. 20.04-01.56
 Киселев Н.Н. 20.04-01.426
 Кисляков Ю.Ю. 20.04-01.207
 Кистович А.В. 20.04-01.31
 Кияшко С.Б. 20.04-01.79
 Клем А.И. 20.04-01.507
 Клименко В.В. 20.04-01.494
 Клопотов Р.В. 20.04-01.63
 Клочкова В.Г. 20.04-01.350,
 20.04-01.519
 Клочкова Н.В. 20.04-01.309
 Князева В.С. 20.04-01.493
 Кобелев Ю.А. 20.04-01.38
 Кобец В.С. 20.04-01.478
 Ковалев А.В. 20.04-01.1
 Ковалев Ю.Ю. 20.04-01.16
 Ковалева И.А. 20.04-01.40
 Коваленко И.Д. 20.04-01.498
 Ковтюх В.В. 20.04-01.333
 Козак А.В. 20.04-01.343
 Козиев К.С. 20.04-01.110
 Козлов А.Б. 20.04-01.157
 Козлов А.В. 20.04-01.258
 Козлов М.Ю. 20.04-01.298
 Козлова Т.О. 20.04-01.464
 Козубская Т.К. 20.04-01.33
 Козырев А.С. 20.04-01.469
 Козырев Е.С. 20.04-01.340
 Кокорина А.В. 20.04-01.88
 Колачевский Н.Н. 20.04-01.16
 Колбин А.И. 20.04-01.334
 Колдер А. 20.04-01.254
 Колесников М.В. 20.04-01.264
 Колесниченко А.В. 20.04-01.463
 Колмогоров В.С. 20.04-01.179
 Колобов Д.Ю. 20.04-01.477
 Колом П. 20.04-01.489
 Комаров В.А. 20.04-01.125
 Комарова Е.С. 20.04-01.483
 Комилов К. 20.04-01.104,
 20.04-01.105, 20.04-01.106,
 20.04-01.280
 Кондратов Д.В. 20.04-01.26,
 20.04-01.27, 20.04-01.28
 Кондратьев К.В. 20.04-01.60
 Коннова Е.С. 20.04-01.235
 Коноваленко А.А. 20.04-01.16
 Коновалов А.М. 20.04-01.261
 Коновалов В.Е. 20.04-01.241
 Коновалов Г.Е. 20.04-01.120
 Коновалов К.С. 20.04-01.230
 Коновалова Н.А. 20.04-01.396,
 20.04-01.404, 20.04-01.413,
 20.04-01.416, 20.04-01.432,
 20.04-01.447, 20.04-01.456
 Коновалова Н.И. 20.04-01.98
 Кононов С.А. 20.04-01.255
 Копылова Ю.Г. 20.04-01.345
 Кораблев О.И. 20.04-01.325,
 20.04-01.462, 20.04-01.514
 Корныльев М.Г. 20.04-01.267
 Коротеев Г.А. 20.04-01.309
 Коротин С.А. 20.04-01.333
 Коротков Ф.В. 20.04-01.498
 Корянов В.В. 20.04-01.473
 Косолапова Н.В. 20.04-01.509
 Костенко В.И. 20.04-01.370
 Костенков А. 20.04-01.324
 Котларж Д. 20.04-01.322
 Котляр П.Е. 20.04-01.156
 Котов В.А. 20.04-01.353,
 20.04-01.354, 20.04-01.355
 Кохинова Г.И. 20.04-01.398,
 20.04-01.399, 20.04-01.400,
 20.04-01.406, 20.04-01.407,
 20.04-01.409, 20.04-01.411,
 20.04-01.414, 20.04-01.415,
 20.04-01.417, 20.04-01.419,
 20.04-01.420, 20.04-01.421,
 20.04-01.422, 20.04-01.423,
 20.04-01.427, 20.04-01.428,
 20.04-01.435, 20.04-01.436,
 20.04-01.437, 20.04-01.438,
 20.04-01.440, 20.04-01.441,
 20.04-01.443, 20.04-01.444,
 20.04-01.445, 20.04-01.446,
 20.04-01.448, 20.04-01.449,

20.04-01.450, 20.04-01.451,
20.04-01.452, 20.04-01.453,
20.04-01.454, 20.04-01.455,
20.04-01.457, 20.04-01.458,
20.04-01.459, 20.04-01.460

Кочанов А.А. 20.04-01.478
Кочанова Е.Ю. 20.04-01.46
Кравцов Я.И. 20.04-01.47
Кравченко О.С. 20.04-01.240
Крапивин В.Ф. 20.04-01.380
Красавин Д.С. 20.04-01.472
Красильников П.С. 20.04-01.68,
20.04-01.513

Краснов В.В. 20.04-01.489
Крейнес Е.М. 20.04-01.285
Крейнес М.Г. 20.04-01.285
Крицкий Б.С. 20.04-01.33
Крысько Н.В. 20.04-01.167
Крючков С.В. 20.04-01.438,
20.04-01.445

Кубяк К.А. 20.04-01.322
Кугушев В.И. 20.04-01.261
Кудинов И.В. 20.04-01.25,
20.04-01.96

Кузнецов Г.Н. 20.04-01.170,
20.04-01.171

Кузнецов М.М. 20.04-01.198
Кузнецов С.В. 20.04-01.118
Кузнецов Э.Д. 20.04-01.466
Кузнецова А.Э. 20.04-01.25

Кузнецова Е.О. 20.04-01.202
Кузькин В.М. 20.04-01.171
Кузьмин С.В. 20.04-01.343
Кукушкин А.В. 20.04-01.274
Кукушкин Д.Е. 20.04-01.325

Кукушкин Ю.А. 20.04-01.207
Кулакова Л.А. 20.04-01.161
Кулешова Ю.Д. 20.04-01.198

Куликов Д.А. 20.04-01.54
Куликов С.В. 20.04-01.511
Куликова А.М. 20.04-01.475

Кульчин Ю.Н. 20.04-01.191
Кумар А. 20.04-01.303
Купреев А.Г. 20.04-01.368

Купрейчик М.И. 20.04-01.159
Курбасова Г.С. 20.04-01.342
Курганский М.В. 20.04-01.195

Курилов А.Д. 20.04-01.126
Курин В.В. 20.04-01.51, 20.04-01.169
Куркин В.И. 20.04-01.481

Курочкин В.Е. 20.04-01.165
Курт В.Г. 20.04-01.16
Кучакшоев Х.С. 20.04-01.281

Кучугов П.А. 20.04-01.32
Кушнарев Д.С. 20.04-01.479,
20.04-01.481

Кущнер Б.А. 20.04-01.11

Л

Лавренов С.М. 20.04-01.473

Ладонкина М.Е. 20.04-01.32

Лакаев А. 20.04-01.233, 20.04-01.234,
20.04-01.248

Ластовенко О.Р. 20.04-01.176

Латинов М.Н. 20.04-01.449,
20.04-01.451, 20.04-01.455,
20.04-01.457

Латифов Ф.С. 20.04-01.77

Лебедев А.В. 20.04-01.223

Лебедев В.П. 20.04-01.479

Лебедев И.М. 20.04-01.243

Левин В.А. 20.04-01.197

Левкович Н.В. 20.04-01.121,
20.04-01.122

Левшаков С.А. 20.04-01.17

Леднев В.Н. 20.04-01.63

Лейко А.Г. 20.04-01.103, 20.04-01.173

Лейло Бехруз С.К. 20.04-01.144,
20.04-01.145, 20.04-01.147

Леонтьев В.Л. 20.04-01.116

Леонтьев Ю.Б. 20.04-01.181

Лескова Н. 20.04-01.277

Лесовой С.В. 20.04-01.478

Лехт Е.Е. 20.04-01.489

Лешкевич С.В. 20.04-01.371

Ли Б.-Ч. 20.04-01.325

Липатов И.И. 20.04-01.210,
20.04-01.212

Листрова К.С. 20.04-01.95

Лисютин В.А. 20.04-01.176

Литвак М.Л. 20.04-01.464,
20.04-01.469

Литвинов Е.В. 20.04-01.164

Литвинов С.П. 20.04-01.411

Лиходед А.И. 20.04-01.297

Лобанов П.Д. 20.04-01.54

Лободин И.Е. 20.04-01.190

Логинов А.В. 20.04-01.54

Логинов Б.В. 20.04-01.216

Логинов Д.П. 20.04-01.56

Ломонов В.А. 20.04-01.157,
20.04-01.158

Лось А.П. 20.04-01.178

Лу С.Г. 20.04-01.93

Лукаш В.Н. 20.04-01.488,
20.04-01.501

Лукащик Е.П. 20.04-01.18

Лурье С.А. 20.04-01.242

Львов В.Н. 20.04-01.450

Любимков Л.С. 20.04-01.357

Лютостанский Ю.С. 20.04-01.309

М

Мадвалиев У. 20.04-01.128,
20.04-01.130

Мажейка Д. 20.04-01.123

Майоров А.Л. 20.04-01.120,
20.04-01.121, 20.04-01.122

Майоров В.А. 20.04-01.186

Майорова Е.К. 20.04-01.313

Макаров Д.И. 20.04-01.314

Макарова Л.Н. 20.04-01.314

Максимова Т.Г. 20.04-01.471

Малашук В.М. 20.04-01.346,
20.04-01.347, 20.04-01.367

Малевиц В.Л. 20.04-01.160

Малинецкий Г.Г. 20.04-01.295

Манагадзе Н.Г. 20.04-01.470

Мандал Б.Н. 20.04-01.36

Манжосов В.К. 20.04-01.64,
20.04-01.66, 20.04-01.69,
20.04-01.70, 20.04-01.95

Манцевич С.Н. 20.04-01.159

Маракасов Д.А. 20.04-01.50

Маричев В.Н. 20.04-01.482

Марков М.Б. 20.04-01.290

Маркова Е.Б. 20.04-01.294

Марсакова В.И. 20.04-01.358

Мартынов С.И. 20.04-01.98

Марфин Е.А. 20.04-01.47

Марьин М.А. 20.04-01.235

Матвеев В.И. 20.04-01.1

Матвиенко Г.Г. 20.04-01.482

Матисон Н.Л. 20.04-01.294

Матутин А.А. 20.04-01.92

Махмадуллоев З.Н. 20.04-01.73

Махмалатиф А. 20.04-01.150

Мачихин А.С. 20.04-01.157,
20.04-01.158

Мачюкене В. 20.04-01.123

Машошин А.И. 20.04-01.184,
20.04-01.190

Медведев А.В. 20.04-01.479,
20.04-01.480

Медведев К.А. 20.04-01.263

Медведева И.В. 20.04-01.483

Мелешко Н.В. 20.04-01.235

Меликхуджа Н. 20.04-01.152

Мельников С.С. 20.04-01.332

Менде Ф.Ф. 20.04-01.275,
20.04-01.390

Мереминский И.А. 20.04-01.493

Меретин А.С. 20.04-01.287

Месянжин А.В. 20.04-01.81,
20.04-01.82

Мешалкина Н.С. 20.04-01.478

Мжельский П.В. 20.04-01.498

Микроюков Д.В. 20.04-01.506

Миланич А.И. 20.04-01.375

Миланов Д.В. 20.04-01.441

Миндлин И.М. 20.04-01.306

Миникулов Н.Х. 20.04-01.397,
20.04-01.401, 20.04-01.403,
20.04-01.410, 20.04-01.428,
20.04-01.429, 20.04-01.430

Минченя В.Т. 20.04-01.41,
20.04-01.42, 20.04-01.244

Миргазов Р.М. 20.04-01.33

Мирзоаминов Х. 20.04-01.107

Мирошниченко И.Б. 20.04-01.515

Митрофанов И.Г. 20.04-01.469

Митрофанова А.А. 20.04-01.330

Михайличенко С.Ю. 20.04-01.58

Михайлов Е.А. 20.04-01.498

Михалев А.В. 20.04-01.483

Михальский В.И. 20.04-01.464

Михеева Е.В. 20.04-01.488

Мишенина Т.В. 20.04-01.333,
20.04-01.335

Мкртчян Ф.А. 20.04-01.380

Могилевич Л.И. 20.04-01.21,
20.04-01.26, 20.04-01.80,
20.04-01.81, 20.04-01.82,
20.04-01.83, 20.04-01.101

Могильнер Л.Ю. 20.04-01.167

Моисеев А.В. 20.04-01.500

Мокроусов М.И. 20.04-01.469

Мольков А.А. 20.04-01.300

Монахов А.А. 20.04-01.155

Мотауэй Х. 20.04-01.301

Мохими М. 20.04-01.301

Мошков П.А. 20.04-01.213,
20.04-01.214

Мулло-Абдолов А.Ш. 20.04-01.428,
20.04-01.438, 20.04-01.440,
20.04-01.444, 20.04-01.445,
20.04-01.446, 20.04-01.452,
20.04-01.454

Муминов Х.Х. 20.04-01.283

Муравейко А.С. 20.04-01.211

Муравьев В.В. 20.04-01.115,
20.04-01.245, 20.04-01.246

Муравьева О.В. 20.04-01.115,
20.04-01.245, 20.04-01.246

Муратов А.А. 20.04-01.478

Мурашов В.В. 20.04-01.260

Муртазин Р.З. 20.04-01.67

Мусаев Ф.А. 20.04-01.325

Мусорина С.А. 20.04-01.348,
20.04-01.362

Мухамадиев Э.М. 20.04-01.278

Мухуров Н.И. 20.04-01.370

Мухутдинов Р.Ф. 20.04-01.67,

20.04-01.72, 20.04-01.74
Мышьяков И.И. 20.04-01.478

Н

Нагар Ю.Н. 20.04-01.109
Назаров В.Е. 20.04-01.79
Назаров В.Н. 20.04-01.498
Назарова Н.О. 20.04-01.520
Назирова Р.Р. 20.04-01.498
Нарзиев М. 20.04-01.404
Нарижная Н.В. 20.04-01.475
Насонова Л.П. 20.04-01.471
Нго К.Т. 20.04-01.210
Невзорова И.В. 20.04-01.201
Нестеренко И.Г. 20.04-01.266
Нешпор Ю.И. 20.04-01.359
Низомов Д.Н. 20.04-01.35,
20.04-01.227, 20.04-01.228,
20.04-01.268, 20.04-01.269,
20.04-01.270
Никеров В.А. 20.04-01.376,
20.04-01.387
Никитенко А.Н. 20.04-01.162
Никифоров С.А. 20.04-01.100
Николаева Е.А. 20.04-01.332
Николенко И.В. 20.04-01.438,
20.04-01.445
Новиков Д.А. 20.04-01.70
Новиков И.Д. 20.04-01.16,
20.04-01.522
Носов А.В. 20.04-01.464
Носов Е.В. 20.04-01.508
Ню Х.Б. 20.04-01.93

О

Обрубов Ю.В. 20.04-01.419,
20.04-01.423, 20.04-01.427,
20.04-01.437
Одилов О.Ш. 20.04-01.127,
20.04-01.129, 20.04-01.131,
20.04-01.133, 20.04-01.134,
20.04-01.136, 20.04-01.138,
20.04-01.144, 20.04-01.145,
20.04-01.147
Одинаев С. 20.04-01.97, 20.04-01.104,
20.04-01.105, 20.04-01.106,
20.04-01.107, 20.04-01.280
Одинцов С.Л. 20.04-01.194,
20.04-01.201
Ойнац А.В. 20.04-01.480
Олейников К.В. 20.04-01.203
Ольшанский В.Ю. 20.04-01.109
Онищенко О.Г. 20.04-01.523
Опарин Д.В. 20.04-01.500
Орлов А.И. 20.04-01.481
Орлова А.С. 20.04-01.57
Орлова Л.Ф. 20.04-01.335
Осипенко А.П. 20.04-01.309
Осипов Н.И. 20.04-01.59
Осташенко К.Д. 20.04-01.493

П

Павловский С.Е. 20.04-01.331
Паллоттино Дж.В. 20.04-01.316
Пальчиков А.Н. 20.04-01.266
Панков В.В. 20.04-01.257
Панкратьева И.Л. 20.04-01.155
Пантелеенко Ф.И. 20.04-01.119
Панчук В.Е. 20.04-01.350,
20.04-01.519
Парийский Ю.Н. 20.04-01.16
Пароткин С.В. 20.04-01.290

Парфенова Л.М. 20.04-01.250
Пастухова Е.Н. 20.04-01.495
Пащенко М.И. 20.04-01.489
Пеетала Р.К. 20.04-01.209
Пелиновский Е.Н. 20.04-01.87
Пересёлков С.А. 20.04-01.171
Перков А.В. 20.04-01.325
Перов А.А. 20.04-01.198
Перхов А.С. 20.04-01.464
Першин С.М. 20.04-01.63
Петров А.В. 20.04-01.222
Петров А.М. 20.04-01.385
Петров П.П. 20.04-01.339,
20.04-01.356
Петров С.В. 20.04-01.310
Петухов В.Н. 20.04-01.248
Печерицын А.А. 20.04-01.485
Пивоваров А.А. 20.04-01.180
Пилипенко С.В. 20.04-01.501
Пить Н. 20.04-01.426
Пиццелла Дж. 20.04-01.316
Плавалова Е. 20.04-01.466
Плотников М.Ю. 20.04-01.162
Плохотниченко В.Л. 20.04-01.326
Повещенко Ю.А. 20.04-01.32
Погодин А.В. 20.04-01.498
Погодин М.А. 20.04-01.331
Подлесный С.В. 20.04-01.483
Подшивалов Г.А. 20.04-01.184
Подымова Н.Б. 20.04-01.232
Пожар В.Э. 20.04-01.157
Позднякова О.Н. 20.04-01.173
Поклад Д.Б. 20.04-01.337
Полбин А.В. 20.04-01.289
Полянский В.А. 20.04-01.155
Померанцев Д.С. 20.04-01.257
Попов А.А. 20.04-01.236
Попов В.А. 20.04-01.185
Попов В.Н. 20.04-01.200
Попов В.С. 20.04-01.21, 20.04-01.80,
20.04-01.83, 20.04-01.101
Попов Ю.В. 20.04-01.206
Попова А.А. 20.04-01.27
Попова Е.В. 20.04-01.27
Попович В.В. 20.04-01.181,
20.04-01.241
Портнов Ю.А. 20.04-01.383
Постников А.В. 20.04-01.111
Посух В.Г. 20.04-01.515
Потапов И.И. 20.04-01.380
Потапчик А.В. 20.04-01.222
Потехин А.П. 20.04-01.479
Похотелов О.А. 20.04-01.523
Прибатурин Н.А. 20.04-01.54
Прокаев А.Н. 20.04-01.177
Просветов А.В. 20.04-01.493
Просовецкий Д.В. 20.04-01.478
Просовецкий Д.Ю. 20.04-01.171
Проخورов В.Е. 20.04-01.94
Процюк Ю.И. 20.04-01.446
Псху А.В. 20.04-01.55
Пуляев В.А. 20.04-01.477
Пятницкий Л.Н. 20.04-01.43,
20.04-01.44

Р

Разевиг В.В. 20.04-01.62
Размыслович Г.И. 20.04-01.119
Расулов С.Н. 20.04-01.233,
20.04-01.234
Ратовский К.Г. 20.04-01.480,
20.04-01.483
Раупов Н.Н. 20.04-01.110
Рахими Ф. 20.04-01.86, 20.04-01.446

Рахими Ф.К. 20.04-01.148
Рахматуллаева Ф.Д. 20.04-01.426,
20.04-01.448, 20.04-01.453
Рахматуллаева Ф.Дж. 20.04-01.458
Рахронов Р.К. 20.04-01.150,
20.04-01.153
Рахронов С.С. 20.04-01.85,
20.04-01.86
Ревунов С.Е. 20.04-01.509
Ревунова Е.А. 20.04-01.509
Рейд Марк 20.04-01.395
Рельке Е.В. 20.04-01.446
Решин С.В. 20.04-01.488
Рехвиашвили С.Ш. 20.04-01.55
Рзаев А.Х. 20.04-01.321
Рислинг Л.И. 20.04-01.416
Ритус В.И. 20.04-01.521
Родионов А.А. 20.04-01.230
Розаев А.Е. 20.04-01.466
Розанов Н.Н. 20.04-01.17,
20.04-01.160
Розов А.К. 20.04-01.178
Романов О.Г. 20.04-01.154
Романовская А.М. 20.04-01.505
Ромашкин С.В. 20.04-01.271
Ромашко Р.В. 20.04-01.191
Росницкий П.Б. 20.04-01.53
Ростилов Т.А. 20.04-01.199
Рубан Е.В. 20.04-01.361
Рубановский В.В. 20.04-01.214
Руденко Г.В. 20.04-01.347,
20.04-01.349
Рудницкий Г.М. 20.04-01.489
Руменских М.С. 20.04-01.515
Русомаров Н. 20.04-01.331
Рухадзе А.А. 20.04-01.225,
20.04-01.274, 20.04-01.376
Рыспаева Е.Б. 20.04-01.319
Рэй Р.К. 20.04-01.303
Рэй С. 20.04-01.36
Рябчикова Т.А. 20.04-01.505

С

Савельев Н.В. 20.04-01.230
Савенков Е.Б. 20.04-01.287
Сагайдак А.И. 20.04-01.273
Садыгова Н.Э.Г. 20.04-01.61
Саечников В.А. 20.04-01.371
Сазанович В.М. 20.04-01.50
Сазоненко Д.А. 20.04-01.325
Сазонов А.А. 20.04-01.237
Сазонтов А.Г. 20.04-01.52
Сайткулов В.Г. 20.04-01.265
Сайфутдинов А.И. 20.04-01.90
Сакнев С.Н. 20.04-01.233,
20.04-01.234
Салин М.Б. 20.04-01.187
Салихов Т.Х. 20.04-01.127,
20.04-01.128, 20.04-01.129,
20.04-01.130, 20.04-01.131,
20.04-01.132, 20.04-01.133,
20.04-01.134, 20.04-01.135,
20.04-01.136, 20.04-01.137,
20.04-01.138, 20.04-01.139,
20.04-01.140, 20.04-01.141,
20.04-01.142, 20.04-01.143,
20.04-01.144, 20.04-01.145,
20.04-01.146, 20.04-01.147,
20.04-01.148, 20.04-01.149,
20.04-01.150, 20.04-01.151,
20.04-01.152, 20.04-01.153
Салов В.А. 20.04-01.242
Самиляк А.Б. 20.04-01.369
Самокрутов А.А. 20.04-01.255

- Самхарадзе Т.Г. 20.04-01.225
Самченко А.Н. 20.04-01.180
Санин А.Б. 20.04-01.469
Санкин Ю.Н. 20.04-01.203
Сажошников О.А. 20.04-01.53
Сауткин В.А. 20.04-01.482
Сафаров А.Г. 20.04-01.405,
20.04-01.418, 20.04-01.434,
20.04-01.444
Сафронова В.С. 20.04-01.466
Сачков М.Е. 20.04-01.519
Свергун Е.И. 20.04-01.172
Святненко А.О. 20.04-01.103
Селезнев И.А. 20.04-01.185
Семенко Р.Е. 20.04-01.284
Семёнов А.С. 20.04-01.24
Семенов В.Ю. 20.04-01.230
Семенова Е.П. 20.04-01.204,
20.04-01.226
Семенова Л.Ф. 20.04-01.467
Семин М.А. 20.04-01.291
Сергеев В.А. 20.04-01.165
Сергеева О.С. 20.04-01.120
Сергеевич В.Н. 20.04-01.60
Серебряков А.В. 20.04-01.109
Сетов А.Г. 20.04-01.479, 20.04-01.480
Сибирякова Е.С. 20.04-01.340
Сидоров В.В. 20.04-01.297
Сильченко О.К. 20.04-01.500
Симонов В.Н. 20.04-01.294
Синицын Г.В. 20.04-01.160
Синюков А.В. 20.04-01.299
Синюкова Т.В. 20.04-01.299
Скворцов С.П. 20.04-01.231
Скворцова М.П. 20.04-01.96
Скоморовский В.И. 20.04-01.477
Скуратовский Н.И. 20.04-01.205
Слюняев А.В. 20.04-01.88
Смирнов Д.С. 20.04-01.164
Смирнов И.П. 20.04-01.52
Смирнова В.В. 20.04-01.323
Смолеговский А.М. 20.04-01.13,
20.04-01.14
Смоленцев С.Г. 20.04-01.372
Смотрова Л.В. 20.04-01.198
Смольский А.В. 20.04-01.461
Собиров М. 20.04-01.278
Соков Е.М. 20.04-01.187
Соколов А.П. 20.04-01.298
Соколов В.В. 20.04-01.126
Соколов И. 20.04-01.459
Соколовская Ю.Г. 20.04-01.232
Соддатов С.К. 20.04-01.207
Солихов Д.К. 20.04-01.112,
20.04-01.113, 20.04-01.114
Соловьев А.А. 20.04-01.323
Соловьёв Д.А. 20.04-01.231
Соловьева Ю. 20.04-01.324
Срумova Ф.В. 20.04-01.48,
20.04-01.49, 20.04-01.279
Степаненко Д.А. 20.04-01.41,
20.04-01.42, 20.04-01.244
Степанов А.В. 20.04-01.345
Степанов А.Н. 20.04-01.170
Степанова Л.Н. 20.04-01.262
Степанцов М.Е. 20.04-01.286
Степанян Н.Н. 20.04-01.346,
20.04-01.347, 20.04-01.349,
20.04-01.367
Стешенко Н.В. 20.04-01.365
Стороженко Д.В. 20.04-01.191
Стрекалова П.В. 20.04-01.323
Стригунов К.С. 20.04-01.328
Строганов А.И. 20.04-01.214
Стуленков А.В. 20.04-01.54
Суворов А.С. 20.04-01.54,
20.04-01.187
Судаков В.Г. 20.04-01.222
Суница Г.А. 20.04-01.367
Суржиков С.Т. 20.04-01.510
Сурис Р.А. 20.04-01.17
Сыренова Т.Е. 20.04-01.483
Сычев В.В. 20.04-01.507
Сюняев Р.А. 20.04-01.17
Сяктерев В.Н. 20.04-01.115
- Т**
- Тавров А.В. 20.04-01.325
Тавров А.В. 20.04-01.462
Тамарова Ю.А. 20.04-01.204
Тарасевич С.В. 20.04-01.249
Таращук В.П. 20.04-01.348,
20.04-01.362
Тащилин М.А. 20.04-01.483
Теймурган А.Р. 20.04-01.305
Теребиж В.Ю. 20.04-01.364
Терез Г.А. 20.04-01.343
Терез Э.И. 20.04-01.343
Терентьев Д.А. 20.04-01.238
Терехова Н.М. 20.04-01.220,
20.04-01.221
Титов С.А. 20.04-01.158
Тихонов В.Н. 20.04-01.309
Тихонов Д.С. 20.04-01.271
Тихонов Н.А. 20.04-01.315
Тишкин В.Ф. 20.04-01.32
Ткачев И.Д. 20.04-01.483
Ткачева Л.А. 20.04-01.174
Ткаченко С.А. 20.04-01.171
Токарь П.С. 20.04-01.192
Толмачев А.М. 20.04-01.489
Толстова О.Л. 20.04-01.78
Томилова И.В. 20.04-01.472
Трегубов А.И. 20.04-01.498
Третьяков В.И. 20.04-01.464,
20.04-01.469
Тромбицкий Е.А. 20.04-01.250
Трофимов В.Н. 20.04-01.188
Туйчиев Х.Ш. 20.04-01.128,
20.04-01.130, 20.04-01.132,
20.04-01.135, 20.04-01.137,
20.04-01.140, 20.04-01.141
Тучин А.Г. 20.04-01.473
Тучин Д.А. 20.04-01.473
- У**
- Углов А.Л. 20.04-01.264
Украинский Д.В. 20.04-01.108
Украинский Л.Е. 20.04-01.30
Улубиева Т.Р. 20.04-01.416
Умар З. 20.04-01.151
Умаров М. 20.04-01.110
Уралов А.М. 20.04-01.478
Урсuлов А.В. 20.04-01.102
Усманов З.Д. 20.04-01.282,
20.04-01.433
Устинов М.В. 20.04-01.208
Ушаков В.М. 20.04-01.259
- Ф**
- Фабрика С. 20.04-01.324
Фадеев С.А. 20.04-01.90
Фадеев Ю.А. 20.04-01.504
Фазлиахметов А.Н. 20.04-01.309
Фазлыяхматов М.Г. 20.04-01.265
Файзов Ш.Б. 20.04-01.449,
20.04-01.451, 20.04-01.455,
20.04-01.457
Файнштейн В.Г. 20.04-01.347,
20.04-01.349
Фам В.К. 20.04-01.212
Федоров Р.Р. 20.04-01.481
Федотов С.А. 20.04-01.379
Федотова А.Ю. 20.04-01.478
Федун В.Н. 20.04-01.523
Федюшкин А.И. 20.04-01.304
Филимонов Ю.Л. 20.04-01.240
Финкельштейн А.М. 20.04-01.10
Фисенко А.В. 20.04-01.467
Фокин Н.Д. 20.04-01.289
Фрейнкман Б.Г. 20.04-01.293
Фролов В.Л. 20.04-01.480
- Х**
- Хаврошкин О.Б. 20.04-01.225,
20.04-01.276, 20.04-01.377,
20.04-01.378, 20.04-01.379,
20.04-01.381, 20.04-01.389,
20.04-01.392, 20.04-01.393,
20.04-01.394
Халиуллина А.И. 20.04-01.491
Хамидуллин Б.А. 20.04-01.100
Хамитов Т.К. 20.04-01.71
Хамроев У.Х. 20.04-01.407,
20.04-01.411, 20.04-01.420,
20.04-01.422, 20.04-01.430,
20.04-01.431, 20.04-01.435,
20.04-01.436, 20.04-01.438,
20.04-01.440, 20.04-01.441,
20.04-01.443, 20.04-01.444,
20.04-01.445, 20.04-01.448,
20.04-01.449, 20.04-01.450,
20.04-01.451, 20.04-01.452,
20.04-01.453, 20.04-01.454,
20.04-01.455, 20.04-01.457,
20.04-01.459
Хан Инву 20.04-01.325
Хан Р.Е. 20.04-01.189
Харегов В.Г. 20.04-01.263
Харитонов В.В. 20.04-01.205
Харченко В.В. 20.04-01.481
Хашимов Н.М. 20.04-01.402
Хе Л. 20.04-01.93
Херсонский В.К. 20.04-01.17
Хилько А.И. 20.04-01.169
Хлыбов А.А. 20.04-01.264
Ховричев М.Ю. 20.04-01.475
Ходжаев Ю.П. 20.04-01.139,
20.04-01.142, 20.04-01.143,
20.04-01.146, 20.04-01.150,
20.04-01.152
Ходжахонов И.Т. 20.04-01.151,
20.04-01.152
Ходжибаев А.К. 20.04-01.110
Ходжибоев А.А. 20.04-01.35,
20.04-01.228
Ходжибоев О.А. 20.04-01.35
Хойтметов У.А. 20.04-01.84
Холтыгин А.Ф. 20.04-01.319
Холшевников К.В. 20.04-01.435,
20.04-01.441
Хоркин В.С. 20.04-01.161
Хортон В. 20.04-01.523
Хохлов Д.Д. 20.04-01.158
Хохлова В.А. 20.04-01.53
Хрусталеv А.Б. 20.04-01.388
Ху Б. 20.04-01.302
Худяков С.С. 20.04-01.261
Хусарик М. 20.04-01.459

Ц

Цап Ю.Т. 20.04-01.345
Цвык Р.Ш. 20.04-01.50
Цекмейстер С.Д. 20.04-01.450
Цивильский И.В. 20.04-01.100
Цыплаков В.В. 20.04-01.276,
20.04-01.377, 20.04-01.379,
20.04-01.381, 20.04-01.389,
20.04-01.392, 20.04-01.393,
20.04-01.394

Ч

Чазов В.В. 20.04-01.440,
20.04-01.454
Чаликов Д.В. 20.04-01.89
Чашечкин Ю.Д. 20.04-01.94
Чеботарь И.В. 20.04-01.511
Челноков М.Б. 20.04-01.384
Ченцов Е.Л. 20.04-01.318
Чепцов В.С. 20.04-01.470
Черепашук А.М. 20.04-01.16,
20.04-01.338
Черненко А.В. 20.04-01.82
Чернов И.А. 20.04-01.202
Чернова В.В. 20.04-01.262
Черных Я.Н. 20.04-01.365
Чернышев Л.Я. 20.04-01.12
Чефранов А.С. 20.04-01.29
Чефранов С.Г. 20.04-01.29
Чжан Х. 20.04-01.302
Чжэн Синьву 20.04-01.395
Чибане Ф. 20.04-01.168
Чибранов А.А. 20.04-01.515
Чиж М.А. 20.04-01.62
Чикуров Н.Г. 20.04-01.292
Чиров Д.В. 20.04-01.181,
20.04-01.241
Чистилин А.Ю. 20.04-01.482
Чистов С.Д. 20.04-01.207
Чориев Ф. 20.04-01.233
Чориев Ф.С. 20.04-01.234

Чугай Н.Н. 20.04-01.503
Чуев А.С. 20.04-01.307
Чуйкова Н.А. 20.04-01.471
Чумиков А.Е. 20.04-01.470
Чупраков С.А. 20.04-01.477

Ш

Шаврина А.В. 20.04-01.336
Шайхисламов И.Ф. 20.04-01.515
Шарикова М.О. 20.04-01.157
Шарифов Д.М. 20.04-01.128,
20.04-01.130, 20.04-01.132,
20.04-01.135, 20.04-01.137,
20.04-01.140, 20.04-01.141
Шарфарец Б.П. 20.04-01.165
Шаховская А.Н. 20.04-01.344
Швырев А.Н. 20.04-01.180
Шевалдыкин В.Г. 20.04-01.255
Шевченко Е.Н. 20.04-01.192
Шелковников Ю.К. 20.04-01.59
Шелобков В.И. 20.04-01.237
Шематович В.И. 20.04-01.492
Шергин В.С. 20.04-01.325
Шестаков А.А. 20.04-01.288
Шестернин А.Н. 20.04-01.50
Шигабутдинов А.Ф. 20.04-01.65
Шигабутдинов Ф.Г. 20.04-01.67,
20.04-01.72, 20.04-01.74
Шиманский В.В. 20.04-01.330,
20.04-01.334
Шиндяпин Г.П. 20.04-01.91,
20.04-01.92
Ширяев А.А. 20.04-01.117
Шифрин Е.И. 20.04-01.243
Шишкина А.Ф. 20.04-01.60,
20.04-01.247
Шкадов В.Я. 20.04-01.219
Шкуратник В.Л. 20.04-01.240
Шмелев Е.И. 20.04-01.54
Шоёкубов Ш. 20.04-01.424
Шоёкубов Ш.Ш. 20.04-01.402,
20.04-01.412, 20.04-01.424,

20.04-01.425, 20.04-01.442
Шокиров Ф.Ш. 20.04-01.283
Шолин Г.В. 20.04-01.376
Шпак С.А. 20.04-01.179
Шрагер Г.Р. 20.04-01.45
Штыков Я.К. 20.04-01.154
Шуйгина Н.В. 20.04-01.9
Шульга А.В. 20.04-01.340
Шуляк Д.В. 20.04-01.505

Щ

Щетинин В.Н. 20.04-01.298
Щипицын В.Д. 20.04-01.99

Э

Эйсмонт Н.А. 20.04-01.498
Эминов П.А. 20.04-01.126

Ю

Юмагулов М.Г. 20.04-01.278
Юнис М.И. 20.04-01.302
Юренас В. 20.04-01.123
Юречко А.С. 20.04-01.259
Юркевич П.Д. 20.04-01.231
Юсифов М.З. 20.04-01.77
Юсупов М.З. 20.04-01.444
Юшкин М.В. 20.04-01.325
Ющенко А.В. 20.04-01.336
Ющенко В.А. 20.04-01.336

Я

Яковлев Д.Г. 20.04-01.17
Яковлев С.В. 20.04-01.482
Якопов Г.В. 20.04-01.325
Якушин С.А. 20.04-01.65
Янкевич А.И. 20.04-01.261
Ярошук И.О. 20.04-01.180
Ясюкевич Ю.В. 20.04-01.480

УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

Журналы

- Акустический журнал. 2020. 66, № 4 **20.04-01.15**,
20.04-01.39, **20.04-01.46**, **20.04-01.53**, **20.04-01.94**,
20.04-01.102, **20.04-01.165**, **20.04-01.169**, **20.04-01.170**,
20.04-01.171, **20.04-01.176**, **20.04-01.211**
- Астрон. ж. 2020. 97, № 7 **20.04-01.486**, **20.04-01.487**,
20.04-01.488, **20.04-01.489**, **20.04-01.490**, **20.04-01.491**,
20.04-01.492
- Астрономический вестник. 2020. 54, № 3 **20.04-01.462**,
20.04-01.463, **20.04-01.464**, **20.04-01.465**, **20.04-01.466**,
20.04-01.467
- Астрономический вестник. 2020. 54, № 4 **20.04-01.468**,
20.04-01.469, **20.04-01.470**, **20.04-01.471**, **20.04-01.472**,
20.04-01.473, **20.04-01.474**, **20.04-01.475**
- Астрофизический бюллетень. 2020. 75, № 2 **20.04-01.313**,
20.04-01.314, **20.04-01.315**, **20.04-01.316**, **20.04-01.317**,
20.04-01.318, **20.04-01.319**, **20.04-01.320**, **20.04-01.321**,
20.04-01.322, **20.04-01.323**, **20.04-01.324**, **20.04-01.325**,
20.04-01.326
- Биомедицинская радиоэлектроника. 2019, № 6 **20.04-01.166**
Биомедицинская радиоэлектроника. 2019, № 7 **20.04-01.231**
- В мире науки. 2020, № 1-2 **20.04-01.277**
В мире науки. 2020, № 6 **20.04-01.395**
В мире неразрушающего контроля. 2020. 23, № 3
20.04-01.252, **20.04-01.253**
В мире неразрушающего контроля. 2020. 23, № 4
20.04-01.235, **20.04-01.254**
- Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика.
2015, № 3 **20.04-01.57**
Вестник БГУ. Серия 1. Физика. Математика. Информатика.
2016, № 2 **20.04-01.154**
- Вестник Ижевского гос. технич. ун-та. 2019. 22, № 3
20.04-01.264
- Вестник Казанского гос. технич. ун-та им. А. Н. Туполева.
2019. 75, № 4 **20.04-01.265**
- Вестник Казанского гос. технич. ун-та им. А. Н. Туполева.
2020. 76, № 1 **20.04-01.90**, **20.04-01.100**
- Вестник МГСУ. 2013, № 10 **20.04-01.74**
- Вестник Московского авиац. ин-та. 2019. 26, № 4
20.04-01.213
- Вестник Московского авиац. ин-та. 2020. 27, № 2
20.04-01.214
- Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2019,
№ 3 **20.04-01.198**
- Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2019,
№ 4 **20.04-01.126**, **20.04-01.199**, **20.04-01.311**
- Вестник Московского гос. обл. ун-та. Серия: Физ.—Мат. 2020,
№ 1 **20.04-01.312**
- Дефектоскопия. 2020, № 6 **20.04-01.167**, **20.04-01.168**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2006. 49,
№ 1 **20.04-01.224**, **20.04-01.396**, **20.04-01.397**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2006. 49,
№ 3 **20.04-01.73**, **20.04-01.127**, **20.04-01.233**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2006. 49,
№ 4 **20.04-01.112**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2006. 49,
№ 6 **20.04-01.234**, **20.04-01.398**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2006. 49,
№ 7 **20.04-01.278**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50,
№ 1 **20.04-01.399**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50,
№ 2 **20.04-01.400**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50,
№ 3 **20.04-01.401**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50,
№ 4 **20.04-01.84**, **20.04-01.128**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50,
№ 5 **20.04-01.104**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50,
№ 6 **20.04-01.129**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2007. 50,
№ 7 **20.04-01.130**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 1 **20.04-01.402**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 2 **20.04-01.105**, **20.04-01.403**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 4 **20.04-01.404**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 7 **20.04-01.131**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 8 **20.04-01.132**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 9 **20.04-01.106**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 10 **20.04-01.405**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2008. 51,
№ 11 **20.04-01.110**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52,
№ 3 **20.04-01.406**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52,
№ 4 **20.04-01.133**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52,
№ 5 **20.04-01.134**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52,
№ 8 **20.04-01.135**, **20.04-01.407**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52,
№ 9 **20.04-01.136**, **20.04-01.408**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2009. 52,
№ 12 **20.04-01.107**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 1 **20.04-01.279**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 2 **20.04-01.37**, **20.04-01.409**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 4 **20.04-01.35**, **20.04-01.410**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 5 **20.04-01.137**, **20.04-01.248**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 6 **20.04-01.138**, **20.04-01.268**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 9 **20.04-01.411**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 10 **20.04-01.48**, **20.04-01.412**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2010. 53,
№ 11 **20.04-01.139**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54,
№ 3 **20.04-01.280**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54,
№ 4 **20.04-01.140**, **20.04-01.413**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54,
№ 6 **20.04-01.141**, **20.04-01.414**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54,
№ 7 **20.04-01.415**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54,
№ 8 **20.04-01.269**, **20.04-01.281**, **20.04-01.416**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54,
№ 9 **20.04-01.142**, **20.04-01.282**, **20.04-01.417**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2011. 54,
№ 10 **20.04-01.283**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55,
№ 2 **20.04-01.143**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55,
№ 3 **20.04-01.418**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55,
№ 6 **20.04-01.144**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55,
№ 7 **20.04-01.419**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55,
№ 9 **20.04-01.145**, **20.04-01.420**

- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 10 **20.04-01.421**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 11 **20.04-01.422**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2012. 55, № 12 **20.04-01.146**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2013. 56, № 3 **20.04-01.147**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 4 **20.04-01.423**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 5 **20.04-01.148**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 6 **20.04-01.424**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 7 **20.04-01.425**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2014. 57, № 11-12 **20.04-01.113, 20.04-01.426**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 1 **20.04-01.114, 20.04-01.427**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 2 **20.04-01.49, 20.04-01.428**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 3 **20.04-01.429**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 4 **20.04-01.430**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 5 **20.04-01.149, 20.04-01.431**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 7 **20.04-01.432**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 8 **20.04-01.97**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 9 **20.04-01.150, 20.04-01.433**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 11 **20.04-01.228, 20.04-01.434**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2015. 58, № 12 **20.04-01.435**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2016. 59, № 1-2 **20.04-01.436**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2016. 59, № 7-8 **20.04-01.437**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2016. 59, № 11-12 **20.04-01.438, 20.04-01.439**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2017. 60, № 1-2 **20.04-01.440**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2017. 60, № 3-4 **20.04-01.227**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2017. 60, № 7-8 **20.04-01.151, 20.04-01.441, 20.04-01.442**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2017. 60, № 9 **20.04-01.443**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2017. 60, № 10 **20.04-01.444**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2017. 60, № 11-12 **20.04-01.152, 20.04-01.445**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 2 **20.04-01.446, 20.04-01.447**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 3 **20.04-01.448**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 4 **20.04-01.449**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 5 **20.04-01.450**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 6 **20.04-01.451**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 7-8 **20.04-01.452**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 9-10 **20.04-01.453**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2018. 61, № 11-12 **20.04-01.270, 20.04-01.454**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 1-2 **20.04-01.455, 20.04-01.456**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 3-4 **20.04-01.85, 20.04-01.457**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 5-6 **20.04-01.86, 20.04-01.153, 20.04-01.458**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 7-8 **20.04-01.460**
- Доклады академии наук республики Таджикистан. 2019. 62, № 9-10 **20.04-01.459**
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2020. 491, № 1 **20.04-01.196**
- Ж. эксперим. и теор. физ. 2020. 158, № 2 **20.04-01.34, 20.04-01.308, 20.04-01.512**
- Известия вузов. Радиофизика. 2018. 61, № 7 **20.04-01.51, 20.04-01.79, 20.04-01.251, 20.04-01.300**
- Известия вузов. Радиофизика. 2018. 61, № 8 **20.04-01.75, 20.04-01.87**
- Известия вузов. Радиофизика. 2019. 62, № 2 **20.04-01.230**
- Известия вузов. Радиофизика. 2019. 62, № 4 **20.04-01.38, 20.04-01.508**
- Известия вузов. Радиофизика. 2019. 62, № 6 **20.04-01.223**
- Известия вузов. Радиофизика. 2019. 62, № 9 **20.04-01.52**
- Известия вузов. Радиофизика. 2019. 62, № 10 **20.04-01.509**
- Известия вузов. Физика. 2020. 63, № 3 **20.04-01.484, 20.04-01.485**
- Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2013. 109, № 1 **20.04-01.327, 20.04-01.328, 20.04-01.329, 20.04-01.330, 20.04-01.331, 20.04-01.332, 20.04-01.333, 20.04-01.334, 20.04-01.335, 20.04-01.336, 20.04-01.337, 20.04-01.338, 20.04-01.339, 20.04-01.340, 20.04-01.341, 20.04-01.342, 20.04-01.343, 20.04-01.344, 20.04-01.345, 20.04-01.346, 20.04-01.347, 20.04-01.348, 20.04-01.349, 20.04-01.350, 20.04-01.351, 20.04-01.352, 20.04-01.353, 20.04-01.354, 20.04-01.355**
- Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2014. 110, № 1 **20.04-01.8, 20.04-01.356, 20.04-01.357, 20.04-01.358, 20.04-01.359, 20.04-01.360, 20.04-01.361, 20.04-01.362, 20.04-01.363, 20.04-01.364, 20.04-01.365, 20.04-01.366, 20.04-01.367**
- Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 3 **20.04-01.45, 20.04-01.108, 20.04-01.117, 20.04-01.155, 20.04-01.174, 20.04-01.200, 20.04-01.219, 20.04-01.220, 20.04-01.301, 20.04-01.302, 20.04-01.303, 20.04-01.510**
- Известия РАН. Механика жидкости и газа. 2020, № 4 **20.04-01.33, 20.04-01.93, 20.04-01.111, 20.04-01.195, 20.04-01.197, 20.04-01.208, 20.04-01.209, 20.04-01.210, 20.04-01.221, 20.04-01.222, 20.04-01.304, 20.04-01.305, 20.04-01.306**
- Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2020. 56, № 2 **20.04-01.88, 20.04-01.514**
- Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2020. 56, № 3 **20.04-01.89**
- Квантовая электроника. 2020. 50, № 5 **20.04-01.191**
- Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 3 **20.04-01.229, 20.04-01.232, 20.04-01.255, 20.04-01.256, 20.04-01.257, 20.04-01.258**
- Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 4 **20.04-01.125**
- Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 5 **20.04-01.1, 20.04-01.236, 20.04-01.259, 20.04-01.260, 20.04-01.261, 20.04-01.271**
- Контроль. Диагностика. 2020. 23, № 6 **20.04-01.237, 20.04-01.238, 20.04-01.239, 20.04-01.262, 20.04-01.263, 20.04-01.273**
- Космонавтика и ракетостроение. 2020, № 2 **20.04-01.461**
- Мат. моделир. 2020. 32, № 7 **20.04-01.284, 20.04-01.285, 20.04-01.286, 20.04-01.287, 20.04-01.288, 20.04-01.289, 20.04-01.290, 20.04-01.291**
- Мат. моделир. 2020. 32, № 8 **20.04-01.32, 20.04-01.292, 20.04-01.293, 20.04-01.294, 20.04-01.295, 20.04-01.296, 20.04-01.297, 20.04-01.298**
- Механика твердого тела. 2020, № 4 **20.04-01.78, 20.04-01.118, 20.04-01.242, 20.04-01.243**
- Мир измерений. 2020, № 1 **20.04-01.272, 20.04-01.307**
- Мор. гидрофиз. ж. 2020. 36, № 3 **20.04-01.172**
- Морская радиоэлектроника. 2018, № 3 **20.04-01.184**
- Морская радиоэлектроника. 2018, № 4 **20.04-01.181, 20.04-01.185**

- Морская радиоэлектроника. 2019, № 1 **20.04-01.186, 20.04-01.189**
- Морская радиоэлектроника. 2019, № 3 **20.04-01.177, 20.04-01.190**
- Морская радиоэлектроника. 2019, № 4 **20.04-01.175, 20.04-01.178, 20.04-01.179, 20.04-01.241**
- Океанология. 2020, 60, № 1 **20.04-01.182**
- Оптика атмосферы и океана. 2019, 32, № 4 **20.04-01.50, 20.04-01.201**
- Оптика атмосферы и океана. 2019, 32, № 9 **20.04-01.194**
- Оптика атмосферы и океана. 2020, 33, № 3 **20.04-01.193**
- Оптика и спектроскопия. 2019, 127, № 4 **20.04-01.159, 20.04-01.160**
- Оптика и спектроскопия. 2020, 128, № 2 **20.04-01.161**
- Письма в Астрон. ж. 2020, 46, № 4 **20.04-01.493, 20.04-01.494, 20.04-01.495, 20.04-01.496, 20.04-01.497, 20.04-01.498, 20.04-01.499**
- Письма в Астрон. ж. 2020, 46, № 5 **20.04-01.500, 20.04-01.501, 20.04-01.502, 20.04-01.503, 20.04-01.504, 20.04-01.505, 20.04-01.506**
- Письма в Журнал технической физики. 2020, 46, № 15 **20.04-01.99**
- Письма в ЖЭТФ. 2020, 111, № 6 **20.04-01.515, 20.04-01.516**
- Письма в ЖЭТФ. 2020, 111, № 7 **20.04-01.63, 20.04-01.517**
- Письма в ЖЭТФ. 2020, 111, № 8 **20.04-01.518**
- Письма в ЖЭТФ. 2020, 111, № 11 **20.04-01.309**
- Подводные исследования и робототехника. 2020, № 2 **20.04-01.180, 20.04-01.183**
- Ползуновский альманах. 2019, № 3 **20.04-01.249**
- Ползуновский альманах. 2019, № 4 **20.04-01.59, 20.04-01.192**
- Ползуновский вестник. 2019, № 3 **20.04-01.266**
- Приборы. 2020, № 5 **20.04-01.507**
- Приборы и методы измерений. 2010, 1, № 1 **20.04-01.41**
- Приборы и методы измерений. 2011, 2, № 1 **20.04-01.42**
- Приборы и методы измерений. 2011, 2, № 2 **20.04-01.123**
- Приборы и методы измерений. 2013, 4, № 1 **20.04-01.244**
- Приборы и методы измерений. 2014, 5, № 2 **20.04-01.245**
- Приборы и методы измерений. 2016, 7, № 1 **20.04-01.368, 20.04-01.369**
- Приборы и методы измерений. 2017, 8, № 2 **20.04-01.173**
- Приборы и методы измерений. 2017, 8, № 3 **20.04-01.124**
- Приборы и методы измерений. 2017, 8, № 4 **20.04-01.115, 20.04-01.370**
- Приборы и методы измерений. 2018, 9, № 1 **20.04-01.103, 20.04-01.119**
- Приборы и методы измерений. 2018, 9, № 2 **20.04-01.120**
- Приборы и методы измерений. 2018, 9, № 4 **20.04-01.121**
- Приборы и методы измерений. 2019, 10, № 1 **20.04-01.122, 20.04-01.246**
- Приборы и методы измерений. 2019, 10, № 3 **20.04-01.54, 20.04-01.371**
- Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2020, № 5 **20.04-01.250**
- Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2020, № 6 **20.04-01.299**
- Приборы и техника эксперимента. 2020, № 4 **20.04-01.162, 20.04-01.163, 20.04-01.164**
- Прикл. мат. и мех. 2020, 84, № 1 **20.04-01.76, 20.04-01.513**
- Прикл. мат. и мех. 2020, 84, № 2 **20.04-01.187**
- Прикладная механика и техническая физика. 2020, 61, № 3 **20.04-01.36, 20.04-01.77, 20.04-01.212, 20.04-01.240**
- Прикладная физика. 2020, № 2 **20.04-01.156**
- Прикладная физика и математика. 2013, № 2 **20.04-01.9, 20.04-01.10, 20.04-01.372, 20.04-01.373**
- Прикладная физика и математика. 2013, № 5 **20.04-01.374**
- Прикладная физика и математика. 2014, № 1 **20.04-01.375**
- Прикладная физика и математика. 2014, № 2 **20.04-01.376**
- Прикладная физика и математика. 2014, № 4 **20.04-01.11, 20.04-01.247**
- Прикладная физика и математика. 2015, № 2 **20.04-01.274**
- Прикладная физика и математика. 2015, № 6 **20.04-01.188**
- Прикладная физика и математика. 2016, № 1 **20.04-01.377**
- Прикладная физика и математика. 2016, № 2 **20.04-01.225**
- Прикладная физика и математика. 2016, № 3 **20.04-01.43**
- Прикладная физика и математика. 2016, № 4 **20.04-01.378**
- Прикладная физика и математика. 2016, № 6 **20.04-01.379**
- Прикладная физика и математика. 2017, № 1 **20.04-01.380**
- Прикладная физика и математика. 2017, № 2 **20.04-01.381, 20.04-01.382**
- Прикладная физика и математика. 2017, № 3 **20.04-01.47, 20.04-01.60, 20.04-01.383**
- Прикладная физика и математика. 2017, № 4 **20.04-01.55**
- Прикладная физика и математика. 2017, № 5 **20.04-01.384, 20.04-01.385**
- Прикладная физика и математика. 2017, № 6 **20.04-01.29, 20.04-01.386**
- Прикладная физика и математика. 2018, № 1 **20.04-01.12**
- Прикладная физика и математика. 2018, № 3 **20.04-01.387**
- Прикладная физика и математика. 2018, № 4 **20.04-01.388**
- Прикладная физика и математика. 2018, № 5 **20.04-01.13**
- Прикладная физика и математика. 2018, № 6 **20.04-01.30**
- Прикладная физика и математика. 2019, № 3 **20.04-01.44, 20.04-01.275, 20.04-01.389**
- Прикладная физика и математика. 2019, № 4 **20.04-01.276**
- Прикладная физика и математика. 2019, № 5 **20.04-01.390**
- Прикладная физика и математика. 2019, № 6 **20.04-01.391, 20.04-01.392**
- Прикладная физика и математика. 2020, № 1 **20.04-01.393, 20.04-01.394**
- Прикладная физика и математика. 2020, № 3 **20.04-01.14, 20.04-01.56, 20.04-01.61**
- Проблемы безопасности полетов. 2018, № 10 **20.04-01.205**
- Проблемы безопасности полетов. 2018, № 12 **20.04-01.206**
- Проблемы безопасности полетов. 2019, № 9 **20.04-01.207**
- Процессы в геосредах. 2020, № 2 **20.04-01.31, 20.04-01.58**
- Радиотехника. 2020, 84, № 4-8 **20.04-01.511**
- Радиотехника и электроника. 2020, 65, № 7 **20.04-01.157, 20.04-01.158**
- Солнечно-земная физика. 2020, 6, № 2 **20.04-01.476, 20.04-01.477, 20.04-01.478, 20.04-01.479, 20.04-01.480, 20.04-01.481, 20.04-01.482, 20.04-01.483**
- Успехи соврем. радиоэлектрон. 2020, 74, № 4-5 **20.04-01.62**
- УФН. 2020, 190, № 6 **20.04-01.16, 20.04-01.519, 20.04-01.520, 20.04-01.521, 20.04-01.522**
- УФН. 2020, 190, № 7 **20.04-01.17, 20.04-01.310, 20.04-01.523**

Конференции и сборники

- Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10. Ульяновск: УлГТУ. 2014 **20.04-01.25, 20.04-01.69, 20.04-01.70, 20.04-01.71, 20.04-01.72, 20.04-01.80, 20.04-01.101, 20.04-01.204, 20.04-01.217, 20.04-01.218**
- Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11. Ульяновск: УлГТУ. 2017 **20.04-01.26, 20.04-01.27, 20.04-01.28, 20.04-01.81, 20.04-01.82, 20.04-01.83, 20.04-01.96, 20.04-01.116, 20.04-01.226, 20.04-01.267**
- Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 6. Ульяновск: УлГТУ. 2004 **20.04-01.64, 20.04-01.65, 20.04-01.91**
- Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7. Ульяновск: УлГТУ. 2007 **20.04-01.66, 20.04-01.67, 20.04-01.92, 20.04-01.98, 20.04-01.202, 20.04-01.215**
- Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 8. Ульяновск: УлГТУ. 2009 **20.04-01.18, 20.04-01.95, 20.04-01.216**
- Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9. Ульяновск: УлГТУ. 2011 **20.04-01.19, 20.04-01.20, 20.04-01.21, 20.04-01.22, 20.04-01.23, 20.04-01.24, 20.04-01.40, 20.04-01.68, 20.04-01.109, 20.04-01.203**

Книги

Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 10. Ульяновск: УлГТУ, 2014 **20.04-01.6К**
Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 11. Ульяновск: УлГТУ, 2017 **20.04-01.7К**
Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 6. Ульяновск: УлГТУ, 2004 **20.04-01.2К**

Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 7. Ульяновск: УлГТУ, 2007 **20.04-01.3К**
Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 8. Ульяновск: УлГТУ, 2009 **20.04-01.4К**
Прикладная математика и механика: сборник научных трудов. Вып. 9. Ульяновск: УлГТУ, 2011 **20.04-01.5К**

СОДЕРЖАНИЕ

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания	20.04-01.1
Библиография	20.04-01.2
Персоналии	20.04-01.8
Классические проблемы линейной акустики и теории волн	20.04-01.18
Нелинейная акустика	20.04-01.79
Физическая акустика	20.04-01.104
Акустика океана, гидроакустика	20.04-01.169
Атмосферная и аэроакустика	20.04-01.193
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика	20.04-01.223
Акустическая экология; Шумы и вибрации	20.04-01.226
Акустика помещений; Музыкальная акустика	20.04-01.227
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование	20.04-01.228
Акустика живых систем; Биологическая акустика	20.04-01.231
Физические основы технической акустики	20.04-01.232
Акустика в медицинской практике	20.04-01.274
Физика	20.04-01.275
Астрономия	20.04-01.313
Авторский указатель Указатель источников	