

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.

№ 06

Выходит 6 раз в год

Москва 2021

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания

21.06-01.1 Международная научная конференция «Волновая электроника и инфокоммуникационные системы» (WECONF). *Казаков В.И. Датчики и системы.* 2020, № 7, с. 60-63. Рус.

DOI: 10.25728/datsys.2020.7.12 Представлен обзор итогов международной научной конференции «Волновая электроника и инфокоммуникационные системы», проводившейся в ГУАП в

период с 1 по 5 июня 2020 г. Рассмотрены ключевые тематики конференции, направления научных исследований, обсуждаемых на конференции. Ключевые слова: волновая электроника, информационные и телекоммуникационные системы, научная конференция, актуальные и перспективные направления исследований, акустооптика, акустоэлектроника, обработка информации, встроенные микроэлектронные системы, электромеханика, системы управления.

Библиография

21.06-01.2К Введение в теорию геофизических методов В 5 частях. Часть 4: Акустические и упругие волновые поля в геофизике. Пер. с англ. *Кауфман А.А., Левшин А.Л., Ларнер К.Л.* М.: Недра-Бизнесцентр. 2003, 661 с. ISBN 5-8365-015-6

Рассмотрена акустическая среда, в которой присутствуют только продольные волны. Описаны принципы геометрической акустики. Изучены кинематические и динамические свойства волн в высокочастотной части спектра, описаны некоторые аспекты теории сейсмической миграции, основанной на использовании интеграла Кирхгофа. Рассмотрено поведение плоской волны в горизонтально-слоистой среде при нормальном и наклонном падении, а также распространение волны внутри цилиндра. Описаны сферические волны в среде с горизонтальной границей.

21.06-01.3К СНиП 23-03-2003. Защита от шума. СПб.: ДЕАН. 2004, 80 с. ISBN 5-93630-414-0

Приняты и введены в действие с 01.01.2004 постановлением Госстроя России от 30.06.2003 г. № 136. Взамен СНиП II-12-77.

21.06-01.4К Введение в теорию геофизических методов В 5 частях. Часть 5: Акустические и упругие волновые поля в геофизике. Пер. с англ. *Кауфман А.А., Левшин А.Л., Ларнер К.Л.* М.: Недра-Бизнесцентр. 2006, 663 с. ISBN 5-8365-0245-5

Рассмотрено распространение волн в упругой среде, при этом их описание основывается на классических работах Стокса, Лява, Релея, Стоуна и других авторов. Исследованы закон Гука, соотношение Пуассона и распространение волн в тонком стержне. Описано поведение плоских волн и волн, вызванных линейным или точечным источником, в слоистой среде, поверхностных волн в упругой среде, плоских волн в трансверсально-

изотропной среде. Изучено распространение волн в среде с цилиндрической границей. Выведены основные уравнения распространения упругих волн.

21.06-01.5К Распространение инфразвуковых волн в анизотропной флуктуирующей атмосфере. *Чунчужов И.П., Куличков С.Н.* М.: ГЕОС. 2020, 260 с. ISBN 978-5-89118-817-4

В монографии излагается теория распространения инфразвуковых волн (частоты ниже 20 Гц) в реальной атмосфере с присутствием ей мезомасштабными флуктуациями скорости ветра и температуры с периодами от 1 мин до нескольких часов. С помощью теории объясняются наблюдаемые в экспериментах эффекты, которые оказывают мезомасштабные флуктуации на параметры инфразвуковых волн, распространяющихся в разных слоях атмосферы: атмосферном пограничном слое, стратосфере, мезосфере и нижней термосфере. В настоящее время существует обширная литература, посвященная теоретическим и экспериментальным исследованиям распространения звука в атмосфере с турбулентными флуктуациями в инерционном интервале масштабов, которые описываются моделью локально однородной и изотропной турбулентности. Что касается статистических свойств мезомасштабных флуктуаций скорости ветра и температуры, вызванных внутренними гравитационными волнами и вихревыми структурами в атмосфере, и эффектов, которые эти флуктуации оказывают на распространение звука, то они стали интенсивно изучаться только в последние три-четыре десятилетия. Теоретические и экспериментальные результаты этих исследований мы попытались впервые обобщить и последовательно изложить в настоящей монографии. Существующие в настоящее время практические проблемы атмосферной акустики, возникшие вместе с развитием методов инфразвукового мониторинга испытаний ядерных взрывов и

опасных для жизни природных явлений (извержения вулканов, цунами, ураганы, землетрясения, торнадо, падение метеоритов и др.), породили и теоретические проблемы. С этими проблемами мы сталкиваемся каждый раз, когда возникает необходимость в учете влияния структуры и динамики реальной атмосферы на процессы распространения звука. Стало ясно, что современные проблемы акустики и динамики атмосферы сильно «переплетены» между собой и требуют совместного решения. Накопленные в последние десятилетия экспериментальные данные наблюдений инфразвуковых сигналов от наземных взрывов и извержений вулканов указывают на существенное влияние на эти сигналы так называемой тонкой слоистой структуры атмосферы. Эта структура состоит из анизотропных неоднородностей температуры и скорости ветра с горизонтальными масштабами, значительно превышающими вертикальные. В инфразвуковом диапазоне частот длины волн оказываются сравнимыми с характерными вертикальными масштабами анизотропных неоднородностей. Поэтому такие неоднородности существенно рассеивают инфразвук. Кроме этого, вызванные ими случайные флуктуации фаз и амплитуд инфразвуковых волн приводят на достаточно большом удалении от их источников к ошибкам в определении их местоположения и мощности. Эти ошибки необходимо учитывать при инфразвуковом мониторинге взрывов и других источников инфразвука. Очевидно, что для определения статистических характеристик флуктуаций параметров инфразвуковых сигналов (азимута и времени распространения амплитуды и длительности) необходимо знание статистических характеристик самих анизотропных флуктуаций: их пространственно-временных спектров, корреляционных и структурных функций. Однако сама природа возникновения и статистические свойства анизотропных флуктуаций оказались весьма слабо изученными к настоящему времени по сравнению со статистическими характеристиками локально однородной и изотропной турбулентности. Необходимость ликвидировать существующий пробел в этой области побудила авторов данной книги обратиться вначале к теоретическим и экспериментальным исследованиям статистических характеристик анизотропной турбулентности устойчиво стратифицированной атмосферы, а затем, с помощью модели такой турбулентности, учесть ее влияние на распространение инфразвука в атмосфере. Некоторые новые результаты этих исследований были получены сравнительно недавно. Авторы решили изложить их в рамках данной монографии с единой точки зрения, что, на наш взгляд, могло бы помочь существенно продвинуться в решении проблемы распространения инфразвуковых волн в реальной флуктуирующей атмосфере. Изложению волновой теории распространения низкочастотных акустических волн в атмосфере как в движущейся плоскостной среде, где отсутствуют анизотропные флуктуации, посвящены главы 1 и 2 монографии. И дальнейшем (глава 5) эта приближенная модель атмосферы сравнивается с ее более реалистичной моделью, учитывающей постоянное присутствие анизотропных флуктуаций во всей толще атмосферы, начиная от атмосферного пограничного слоя (АПС) и до высот нижней термосферы (100-140 км). Глава 3 посвящена описанию первых экспериментов, в которых был обнаружен эффект рассеяния инфразвуковых сигналов на тонкой слоистой структуре скорости ветра и температуры в стратосфере, мезосфере и нижней термосфере. Этот эффект изменил наши представления о распределении зон акустической тени и слышимости вдоль поверхности земли, бытовавшие с начала прошлого века, когда строение атмосферы стало интенсивно изучаться с помощью ее зондирования инфразвуковыми импульсами, генерируемыми взрывами. На основе эффекта рассеяния инфразвуковых волн в области акустической тени авторами был разработан новый метод зондирования атмосферы с использованием мощных импульсных источников звука (наземных взрывов, вулканов, детонационных генераторов). Восстановленные с помощью этого метода мгновенные вертикальные профили скорости ветра в стратосфере и нижней термосфере (до высоты 140 км) позволили получить недавно новые данные о временной изменчивости, вертикальных спектрах и когерентности анизотропных флуктуаций скорости ветра на высотах верхней стратосферы (30-50 км) и нижней термосферы (90-140 км) (глава 6). Такие данные чрезвычайно необходимы для уточнения современных моделей общей циркуляции атмосферы

и переноса примесей. Теоретическая модель формирования тонкой слоистой структуры в устойчиво стратифицированной атмосфере, учитывающая нерезонансные взаимодействия между внутренними волнами, между волнами и горизонтальными вихревыми движениями, обсуждается в главе 4. Эта теория позволила впервые получить, исходя непосредственно из уравнений гидродинамики, трехмерный пространственный спектр анизотропных флуктуаций скорости ветра и температуры, вызванных ансамблем внутренних волн и горизонтальных вихревых движений. С помощью этого спектра в главе 5 удалось параметризовать статистические характеристики флуктуаций параметров инфразвуковых сигналов (частотного спектра поля рассеянного сигнала, его когерентности, времени распространения и углов прихода). Адекватность изложенной в книге теории формирования анизотропных флуктуаций в атмосфере подтверждается согласием полученных из нее модельных вертикальных и горизонтальных спектров флуктуаций с наблюдаемыми спектрами в верхней тропосфере и стратосфере, получаемыми из данных радарных и самолетных измерений. Следует отметить, что формы трехмерных пространственных спектров мезомасштабных пульсаций температуры и скорости ветра в устойчиво стратифицированных слоях атмосферы уже получили применение как в задачах прогнозирования статистических характеристик флуктуаций параметров инфразвуковых волн, так и флуктуаций интенсивности света в задачах оптического зондирования атмосферы. Теоретические и экспериментальные результаты, приводимые в книге, с одной стороны, важны для развития теории мезомасштабной турбулентности атмосферы, которая к настоящему времени оказалась весьма слабо развитой по сравнению с теорией локально однородной и изотропной турбулентности. С другой стороны, авторы надеются, что эти результаты получат практическое применение при решении проблемы инфразвукового мониторинга взрывов и опасных природных явлений, для усовершенствования моделей дальнего распространения звука и света в атмосфере и параметризации влияния внутренних волн на общую циркуляцию атмосферы. Книга может быть полезна для специалистов в области акустики и оптики атмосферы, дистанционного зондирования атмосферы, динамики внутренних волн, нелинейной акустики, инфразвукового мониторинга взрывов и атмосферных штормовых явлений.

21.06-01.6К Аудиотехника. Ковалгин Ю.А., Володин Э.И. М.: Горячая линия—Телеком, 2013, 742 с. ISBN 978-5-9912-0241-1

Рассмотрены характеристики музыкальных и речевых сигналов; звуковые системы телевидения, радиовещания, кинематографа, шоу-бизнеса. Основное внимание в учебнике уделено цифровой звукотехнике, в частности: аналого-цифровому преобразованию аудиосигналов; статистическим и психоакустическим методам компрессии цифровых аудиоданных без потерь (энтропийное, арифметическое и субполосное кодирование, алгоритмы DST и MLP) и с потерями (стандарты MPEG-1, ISO/IEC 11172-3, MPEG-2 ISO/IEC 13818-3 и ISO/IEC 13918-7, MPEG-4 ISO/IEC 14496-3, MPEG D Surround, а также Dolby AC-3, apt-X100, ATRAC); частотной, временной и динамической обработке аудиосигналов; методам получения разнообразных звуковых эффектов. В нем рассмотрены также звуковое оборудование и аппаратно-программные средства аппаратно-студийных комплексов, концертных залов, студий звукозаписи; каналное кодирование и цифровые аудиоинтерфейсы; контроль качества аудиосигналов, систем и устройств.

21.06-01.7К Косинусно-модулированные банки фильтров с фазовым преобразованием: реализация и применение в слуховых аппаратах. Ваишевич М.И., Азаров И.С., Петровский А.А. М.: Горячая линия—Телеком, 2014, 212 с. ISBN 978-5-9912-0437-8

Рассмотрены вопросы построения цифровых слуховых аппаратов. В общем виде описаны технические аспекты коррекции нарушений слуха. Большая часть материала посвящена разработке и эффективной реализации неравнополосных банков фильтров, играющих ключевую роль при проектировании цифровых слуховых аппаратов. Рассмотрены вопросы построения алгоритмов адаптивной компенсации акустической обратной связи, компрессии и шумоподавления, необходимых для ре-

лизации основных функций слухового аппарата.

21.06-01.8К **Стереофоническое радиовещание и звукозапись. Учебное пособие для вузов. Под ред. проф. Ю.А. Ковалгина. - 2-е изд., стереотип. Ковалгин Ю.А., Вологдин Э.И., Кацнельсон Э.Н.** М.: Горячая линия-Телеком. 2014, 718 с. ISBN 978-5-9912-0397-5

Рассмотрены системы стереофонического радиовещания и звукосопровождения телевидения, применяемые в цифровых системах РВ и ТВ; вопросы помехоустойчивого кодирования, защиты от цифровых ошибок; компрессия цифровых аудиоданных. Особое внимание уделено характеристикам звуковых сигналов, звуковым системам РВ и ТВ, аппаратно-студийным комплексам радиовещания, программному обеспечению, применяемому для подготовки программ, средствам мониторинга эфира радиостанций. Изложены физические основы магнитной записи. Приведены сведения о волновых потерях, интерференционных искажениях, собственных цифровой записи. Рассмотрены особенности АЦП и ЦАП на основе ИКМ и дельта-сигма модуляции, вопросы построения преобразователей "noise shaper" методы канального и помехоустойчивого кодирования, которые используются в цифровой звукозаписи. Систематизированы сведения о цифровых магнитных системах записи. Рассмотрены DAT, DASH, ADAT, DRTS и хард-дисковые рекордеры; оптические системы – CD, Super Audio CD и DVD-Audio.

21.06-01.9К **Теория волн звука и детонации. Новые аспекты. Шлёнский О.Ф., Маклашова И.В., Хищенко К.В.** М.: Инновационное машиностроение. 2018, 80 с. ISBN 978-5-907101-05-1

Впервые предложено рассматривать волны звука и детонации с учетом массовых сил, механических напряжений и анизотропии плотности, давления и температуры. Во 2-ом издании впервые учтена анизотропия распределения молекул по скоростям.

21.06-01.10К **О децибелах. Справочное пособие. Туляков Ю.М.** М.: Горячая линия—Телеком. 2019, 106 с. ISBN 978-5-9912-0810-9

Рассмотрены понятия абсолютных величин, относительных и абсолютных уровней, на основе которых определяется единица их оценки – децибел. Особое внимание уделено применению децибелов в области инфокоммуникаций, в том числе в электросвязи и акустике, и обоснованию принципов их обозначений (индексации). Материал изложен с пояснениями в виде примеров значений и расчетов по приводимым соотношениям. Приведены таблицы наиболее полезных в практике значений децибелов и их соотношений с другими часто используемыми величинами.

21.06-01.11К **Non-Rayleigh acoustics. Shlensky O.F., Antonov S.I., Khischenko K.V.** TORUS PRESS. 2020, 118 с. ISBN 978-5-94588-288-1

A new aspect of the wave theory of sound propagation without simplifications and assumptions of traditional Rayleigh acoustics is proposed for the first time with regard to gas anisotropy. The book is addressed to practical engineers and research workers specialized in sound physics.

21.06-01.12К **Колебания и излучение сферических и полисферических конструкций. Попков С.В.** СПб.: ФГУП "Крыловский государственный научный центр". 2020, 154 с. ISBN 978-5-6042035-6-9

Представлены результаты теоретических, расчетных и экспериментальных исследований динамических характеристик сферических оболочек – собственных частот и форм колебаний, ме-

ханических и акустических сопротивлений (импедансов) симметричных и несимметричных собственных и вынужденных колебаний замкнутых сферических оболочек, сферических оболочек с вырезом, при различных граничных условиях на границе выреза, по отношению к радиальным и тангенциальным силам и изгибающему моменту. Проведены исследования поля звукового давления внутри сферических оболочек, изучены модальные импедансы сферических оболочек по отношению к внутреннему звуковому давлению, получены выражения для определения звукоизоляции сферической оболочки при различных вариантах размещения источника звука внутри сферы. Показано влияние окружающей среды на собственные колебания замкнутых сферических оболочек и оболочек с вырезами. Исследованы излучение колебательной мощности сферическими оболочками и их эффективные сопротивления. Рассмотрены процессы колебаний и излучения полисферических конструкций, состоящих из сферических оболочек, соединенных кольцами.

21.06-01.13К **Акустические аналогии и наукометрические исследования при математическом моделировании документального потока. Шамаев В.Г.** М.: ВИНТИ. 2021, 96 с. ISBN 978-5-9002-4253-8

Предлагаются математические модели документальных потоков, основанные на уравнениях акустики и механики сплошной среды. Построены математические модели, использующие акустические аналогии, получены некоторые результаты для простейшего случая постоянной плотности документального потока. Рассматриваются их приложения для отделов научной информации ВИНТИ РАН. Проводится сравнение русскоязычных информационных баз данных. Предлагается формировать большие политематические информационные системы из тематических ресурсов, как, например, представленные в этой книге MathNet и «Акустика». Проведено сравнение созданной на кафедре акустика физического факультета МГУ БД «Акустика» и разделов «Акустика» Национальной электронной библиотеки и Автоматизированного Банка Данных ВИНТИ. Приведены примеры информации, которую можно получить, используя информационно-поисковую систему «Акустика». Показано, что увеличение глубины цитирования статей связано с появившейся возможностью их легкого поиска в Интернете, в том числе: в акустике с появлением в Интернете портала «Акустика» с полнотекстовым архивом «Акустического журнала» и информационно-поисковой системой «Акустика». Обсуждается процесс управления нашей наукой с помощью наукометрических рычагов, основанных на зарубежных коммерческих информационных системах WoS Core Collection и Scopus, и выведения на их основе статуса «исследований мирового уровня». На опыте применения предлагаемых критериев многие исследования выдающихся ученых, включая нобелевских лауреатов в области физико-математических наук, не получили бы признания, а их открытия не помогли бы им получить достаточные баллы для прохождения аттестации в нынешнем виде. Автор предлагает вернуться к экспертным оценкам, а наукометрические параметры учитывать как дополнительную информацию. Анализируются «аналитические инструменты» WoS CC и Scopus. В качестве примера приводится таблица для тематических областей физики (предметные категории) по классификации WoS CC за 1995—2019 гг. Относительное падение по многим областям количества публикаций авторов, указывающих местом работы Россию, объясняется отсутствием в этой информационной системе русскоязычных публикаций, составляющих до 90% всех научных публикаций нашей страны.

См. также **21.06-01.1**

Персоналии

21.06-01.14К **Горение и взрыв материалов. 2-е изд. Шленский О.Ф., Маклашова И.В., Хищенко К.В.** М.: Машиностроение. 2018, 256 с. ISBN 978-5-6040042-1-0

Процессы горения и взрыва впервые рассматриваются как результат перегрева и последующих хемофазовых и механоакти-

вационных превращений. При взрыве волна перегрева и скачка напряжений, движущихся с околосвуковой или сверхзвуковой скоростью, вызывают ударную волну в продуктах горения. Во 2-м издании предложена принципиально новая модель распространения звука и ударных волн в газе.

21.06-01.15 Путь, который мы прошли вместе с Анри Рухадзе. *Уруцкое Л.И. Прикладная физика и математика.* 2021, № 12, с. 28-49. Рус.

DOI: 10.25791/pfm.06.2021.1216.

21.06-01.16 50 лет непрерывных исследований на радиотелескопе УТР-2. 50 years of research in continuum at the UTR-2 radio telescope. *Sidorchuk M.A., Vasilenko N.M., Ulyanov O.M., Konvalenko O.O., Mukha D.V., Abramenkov E.A., Sidorchuk K.M., Miasoied A.I. Радиофизика и радиоастрономия (Украина).* 2021. 26, № 4, с. 287-313. Англ.

Purpose: The results of research in continuum decimeter-wave radio emission of the Galaxy background, ionized hydrogen regions, supernova remnants, extragalactic discrete sources, extended galaxies, galactic clusters, extragalactic background are given. The aim of this work is reviewing the results achieved for over 50-years of the UTR-2 radiotelescope research of our Galaxy and its population, as well as extragalactic radio sources in the continuum radio emission spectrum at extremely low frequencies for the ground based observations. Design/methodology/approach: The review, analysis, collection of archival data in various publications related to the subject of this work. Findings: The basic results of studying the ionized hydrogen regions, supernova remnants, Galaxy background emission and its large-scale structure are given, and the maps of these sources are obtained. The catalog of extragalactic discrete radio sources of the most Northern sky part and the cosmological conclusions based on its analysis are described; the estimate of the isotropic extragalactic background brightness temperature is obtained; for the first time, the observational results for the Andromeda galaxy and two galactic clusters Coma and A2255 are given briefly. Conclusions: All the results presented here emphasize the uniqueness and importance of research in the decimeter wavelength range, and the large area, flexibility of structure, continuous improvement make the UTR-2 radio telescope an indispensable tool for solving the most important tasks of modern radio astronomy, despite its respectable age. For example, only in the range of 10 to 30 MHz the ionized part of the most common element in the universe, the hydrogen, becomes optically thick and begins to absorb the synchrotron emission on the line of sight, which allows rather easy separation of thermal and non-thermal components of radioemission. This property allows to determine the ionized hydrogen regions' electron temperature and the electron concentration on the line of sight independently in studying the hydrogen emission regions. When studying the supernova remnants, we can determine the ionized matter location by their spectrum drops — before, inside or behind the remnant. Based on the HB3 supernova remnant radio images, an assumption was made on the existence of an ionized hydrogen relic shell around it, being caused by the initial ultraviolet flash of a supernova. For the first time, the maps of the Northern sky large-scale structure in the declination range from -15 to $+85^\circ$ at extremely low frequencies 10, 12.6, 14.7, 16.7, 20 and 25 MHz for the ground-based observations are published, which, besides their own scientific value, may allow to correct the UTR-2 radio telescope imaging results. Using the full-resolution UTR-2 maps and the developed method of multifrequency T—T diagrams, it was possible to separate the background radiation into galactic and extragalactic components and construct the spectrum of the latter. From the analysis of the most complete decimeter wavelength range catalog of discrete sources, it follows that there is a gap in the redshift spatial distribution for all classes of extragalactic sources. The existence of an ionized hydrogen ring in the Andromeda Nebula disk has been suggested. It is shown that the main part of the galaxy clusters decimeter-wave emission comes from haloes and relics.

21.06-01.17 Первый советский метеорологический спутник (к 60-летию начала разработки спутников серии “Метеор”). *Ведешин Л.А. Исследование Земли из Космоса.* 2021, № 2, с. 94-95. Рус.

DOI: 10.31857/S020596142102010X.

21.06-01.18 Первые космические исследования мирового океана и атмосферы Земли (к 60-летию начала научных экспериментов на ИСЗ серии “Космос” и “Ин-

теркосмос”). *Ведешин Л.А. Исследование Земли из Космоса.* 2021, № 5, с. 94-96. Рус.

DOI: 10.31857/S0205961421050092.

21.06-01.19 Николай Всеволодович Мицкевич (1931—2019). *Владимиров Ю.С. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 1, с. 4-8. Рус.

"Петровские чтения-2018" — 4-я международная зимняя школа-семинар по гравитации, космологии и астрофизике.

21.06-01.20 100 лет со дня рождения Я.Б. Зельдовича — главного теоретика Атомного проекта СССР. *Горобец В.С. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2014, № 1, с. 54-70. Рус.

21.06-01.21 Памяти Константина Владиславовича Холшевникова. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия.* 2021. 8, № 3, с. 549-550. Рус.

21.06-01.22 Лауреаты Нобелевской премии 2020 года по физике — Роджер Пенроуз, Райнхард Генцель и Андреа Гез. *Постнов К.А., Черепашук А.М. Природа.* 2020, № 12, с. 43-56. Рус.

21.06-01.23 Основоположники практической космонавтики С.П. Королёв и М.В. Келдыш. *Маров М.Я. Вестник Российской академии наук (РАН).* 2021. 91, № 11, с. 1011-1018. Рус.

С.П. Королёв и М.В. Келдыш принадлежат к плеяде выдающихся учёных и создателей основных направлений научно-технического прогресса XX столетия. С их именами связана новая страница в истории человеческой цивилизации — начало изучения и освоения космического пространства. Они внесли неоценимый вклад в достижения отечественной космонавтики и заложили основы её дальнейшего развития.

21.06-01.24 Академия наук и космос. Исторические аспекты. *Батурич Ю.М. Вестник Российской академии наук (РАН).* 2021. 91, № 11, с. 1019-1028. Рус.

Автор доклада сосредоточил внимание на деятельности Академии наук СССР в области космических исследований — с первых шагов в этой области — изучения высоких слоёв атмосферы, до первого полёта человека в космос. Приводятся примеры заданий Академии наук на высотные ракеты до и во время Великой Отечественной войны. Описывается история проекта первого советского пилотируемого полёта в космос, подготовленного группой М.К. Тихонравова, но не осуществлённого, подготовка которого была предпринята Академией наук. Отмечается значение встречи президента АН СССР С.И. Вавилова с С.П. Королёвым, с которой началась кооперация академической науки и ракетной промышленности Советского Союза. Рассказывается о “золотом веке” Академии наук, когда без её участия или поручения ей не планировалось ни одно значимое мероприятие в области исследования космоса. Подробно анализируется предстартовая подготовка и ход полёта Ю.А. Гагарина.

21.06-01.25 Космическая геодезия, связь и навигация: история развития, состояние и перспективы. *Тестоведов Н.А., Карутин С.Н. Вестник Российской академии наук (РАН).* 2021. 91, № 11, с. 1074-1082. Рус.

Представлена история создания в СССР и Российской Федерации автоматических космических аппаратов (АКА) различного назначения от начала космической эры до 60-летия первого орбитального полёта Ю.А. Гагарина, рассматриваются их сегодняшние возможности и перспективы развития в будущем, в том числе космических информационных АКА и аппаратных системы ГЛОНАСС. Значительное внимание в статье уделяется состоянию космической геодезии, совершенствованию её инструментария. Авторы знакомят читателя с новыми проектами и разработками, которые учёные и конструкторы АО “Информационные спутниковые системы” имени академика М.Ф. Решетнёва” предполагают реализовать совместно с коллективами институтов РАН и российских университетов. Статья подготовлена на основе доклада, заслушанного на научной сессии Общего собрания членов РАН 21 апреля 2021 г.

21.06-01.26 Памяти Владимира Наумовича Жарко-

ва (04.03.1926—26.02.2021). *Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 10, с. 743-744. Рус.

21.06-01.27 Памяти Льва Александровича Блюменфельда. к 100-летию. *Твердислов В.А., Тихонов А.Н. Биофизика.* 2021. 66, № 6, с. 1246-1248. Рус.

DOI: 10.31857/S0006302921060211.

21.06-01.28 Памяти Пустовойта Владислава Ивановича. *Физические основы приборостроения.* 2021. 10, № 2, с. 2-11. Рус.

21.06-01.29 Путь, который мы прошли вместе с Анри Рухадзе. *Уруцкоев Л.И. Инженерная физика.* 2021, № 10, с. 3-26. Рус.

DOI: 10.25791/infizik.10.2021.1229.

21.06-01.30 История исследований современной геодинамики и сейсмичности в ИТиГ ДВО РАН. *Быков В.Г. История науки и техники.* 2021, № 9, с. 89-106. Рус.

Представлены основные этапы становления и развития геодинамических, сейсмологических и сеймотектонических исследований Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения Российской академии наук. Дан краткий обзор исследований и достижений по геодинамике, геомеханике, сейсмологии и сеймотектонике, выполненных в институте за 45 лет (1975—2020 гг.) по направлениям: связь сеймотектонических режимов с глубинным строением и геофизическими полями, сейсмический и геофизический мониторинг сейсмогенных зон Приамурья, сейсмогеодинамика и сеймотектоника Востока Азии, миграция сейсмической активности в зоне Амурской плиты, волновая динамика медленных деформационных процессов, современные движения тектонических структур Дальневосточного региона. Ключевые слова: геодинамика, сейсмичность, современные движения, миграция землетрясений, медленная волновая динамика, сейсмическая опасность, Восток Азии.

21.06-01.31 Путь, который мы прошли вместе с Анри Рухадзе. *Уруцкоев Л.И. История науки и техники.* 2021, № 11, с. 3-26. Рус.

DOI: 10.25791/intstg.11.2021.1320.

21.06-01.32 Памяти Владимира Ильича Коренбаума (27.12.1955—08.05.2021). *Акустический журнал.* 2021. 67, № 6, с. 695-696. Рус.

8 мая 2021 г. в возрасте 65 лет ушел из жизни доктор технических наук, профессор, член Российского и Американского акустических обществ, главный научный сотрудник Отде-

ла технических средств исследования океана ТОИ ДВО РАН Владимир Ильич Коренбаум. В.И. Коренбаум является автором более 200 публикаций, 2 монографий, 36 изобретений, под его руководством защищено 6 диссертаций. Владимир Ильич на протяжении всего своего трудового пути плодотворно сотрудничал с редакцией "Акустического журнала", и как автор, и как постоянный рецензент.

21.06-01.33 Памяти Владимира Евгеньевича Фортоса. *УФН.* 2021. 191, № 11, с. 1129-1130. Рус.

21.06-01.34 Институт ядерных исследований Российской академии наук: годы, люди, дела. *Кравчук Л.В. УФН.* 2021. 191, № 12, с. 1249-1260. Рус.

21.06-01.35 50 лет Институту ядерных исследований РАН: исследуя вселенную высоких энергий. *Шпиринг К. УФН.* 2021. 191, № 12, с. 1261-1279. Рус.

Делается попытка дать обзор развития в течение 50 лет физики космических лучей высоких энергий в Институте ядерных исследований (ИЯИ) Российской академии наук (РАН) с точки зрения стороннего наблюдателя, чей путь в науке в значительной степени был сформирован в сотрудничестве с учеными ИЯИ в конце 1980-х годов и в 1990-е годы. Рассматривается физика космических лучей, гамма-излучения и нейтрино высоких энергий. Основное внимание уделяется крупным экспериментальным установкам ИЯИ в Баксанской долине и на озере Байкал. Исследования на этих объектах идут наряду с проведением важнейших экспериментов в разных точках мира, в частности в последнее время на установке Telescope Array в США и детекторе LHAASO (Large High Altitude Air Shower Observatory) в Китае.

21.06-01.36 Вклад кафедры электроакустики и ультразвуковой техники в развитие методов и средств неразрушающего контроля материалов, изделий и ультразвуковых измерений за 90 лет с момента основания. *Аббакумов К.Е., Вьюгинова А.А. Техн. диагност. и неразруш. контроль.* 2021, № 4, <http://www.tndt.idspektr.ru/index.php/current-issue>. Рус.

21.06-01.37 Научное наследие С. В. Богданова. *Кидяров Б.И., Колосовский Е.А., Царев А.В., Неизвестный И.Г., Асеев А.Л., Латышев А.В., Чаплик А.В., Дзуреченский А.В. Автометрия.* 2021. 57, № 5, с. 106-110. Рус.

Посвящается известному учёному-физику, основателю школы акустоэлектроники и акустооптики, члену-корреспонденту РАН Сергею Васильевичу Богданову в связи со столетием со дня рождения (02.08.1921—14.02.2017).

Классические проблемы линейной акустики и теории волн

Математическая теория распространения волн

21.06-01.38 О колебательных диссипативных системах с двумя степенями свободы. *Петров А.Г. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 34-38. Рус.

Рассматриваются вынужденные линейные колебания диссипативных механических систем с двумя степенями свободы под действием периодических по времени сил. Уравнения в форме Лагранжа выражаются через три положительно определенные квадратичные формы: кинетическая энергия, диссипативная функция и потенциальная энергия. Показано, при условии равенства нулю определителя третьего порядка коэффициентов квадратичных форм все три квадратичные формы приводят к сумме квадратов с некоторыми коэффициентами. В этом случае система уравнений четвертого порядка уравнения расщепляются на два независимых уравнения второго порядка для линейных осцилляторов, для которых решение системы находится в общем аналитическом виде. Эффективность метода демонстрируется на анализе вынужденных колебаний двойного маятника.

21.06-01.39 Решения уравнений Навье—Стокса с ограничениями симметрии и их связь с переходными и турбулентными течениями в круглой трубе. *Приймак В.Г. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 53-56. Рус.

Общепринятая математическая модель, описывающая ламинарно-турбулентный переход в круглой трубе, основана на полной системе уравнений Навье—Стокса. Рассчитанная динамика хаотична и слишком сложна для расшифровки сценариев перехода к турбулентности и построению на этой основе более простых физических моделей. В работе исследуется возможность упрощения математической модели, ограничивающей динамику зеркальной и вращательной симметриями скорости. Показано, что в обоих случаях переходные и турбулентные течения не могут быть правильно рассчитаны, что делает недостаточно обоснованным использование ограничений симметрии при построении более простых моделей турбулентности.

21.06-01.40 К математическому моделированию взаимодействующего трансзвукового пограничного слоя с нелинейным профилем невозмущенной скорости. *Богданов А.Н. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 501, № 1, с. 29-32. Рус.

С использованием «трехпалубной» модели исследуется неклассический пограничный слой над твердой плоской пластиной при нестационарном свободном вязко-невязком взаимодействии на трансзвуковых скоростях. Особенностью настоящего исследования является выбор квадратичной зависимости продольной составляющей невозмущенной скорости в пограничном слое от поперечной координаты и непостоянство градиента давления. Показано качественное отличие картины течения в рассматриваемом случае от случая линейной профиля скорости в пограничном слое.

21.06-01.41 Математическое моделирование взаимодействия составной сверхзвуковой струи с преградой. Кагенов А.М., Костюшин К.В., Алигасанова К.Л., Котоногов В.А. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2020, № 68, с. 72-79. Рус.

DOI: 10.17223/19988621/68/7 Представлены результаты математического моделирования взаимодействия составных сверхзвуковых струй с преградой. Исследовано влияние расстояния между соплами на ударно-волновую структуру течения газа для чисел Маха на срезе сопел 4.5. Расстояние варьировалось от 0.1 до 4 диаметров среза сопла. Получено, что с увеличением расстояния между соплами ударно-волновая структура течения существенно перестраивается, максимум давления на преграде возрастает, затем убывает и наблюдается переход от стационарного режима к автоколебательному.

21.06-01.42 Теоретическое исследование эффектов колебаний двух несмешивающихся жидкостей в ограниченном объеме. Вин К.К., Темнов А.Н. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2020, № 69, с. 97-113. Рус.

DOI: 10.17223/19988621/69/8 Исследованы нелинейные колебания двухслойной жидкости, полностью заполняющей ограниченный объем. Используя две основные несимметричные гармоники, возбуждаемые в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, исследованы дифференциальные уравнения нелинейных колебаний поверхности раздела двухслойной жидкости. В результате построены области неустойчивости вынужденных колебаний двухслойной жидкости в цилиндрическом баке, а также области параметрического возбуждения для различных соотношений плотностей жидкостей. Для построения областей неустойчивостей при приближенном решении нелинейных дифференциальных уравнений использован метод Бубнова—Галеркина.

21.06-01.43 О точных решениях согласного волнового уравнения равной ширины с помощью усовершенствованного метода функций подуровня Бернулли. On the Exact Solutions to Conformable Equal width Wave Equation by Improved Bernoulli Sub-Equation Function Method. Ala V., Demirbilek U., Mamedov K.R. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2021. 13, № 3, с. 5-13. Англ.

Рассматривается согласованное равномошное волновое уравнение с целью нахождения его точного решения. Данное уравнение играет важную роль в физике и задает интересную модель определения изменяющихся волн со слабой нелинейностью. Целью работы является представление нового точного решения согласованного равномошного волнового уравнения. Для этого авторы используем эффективный метод, называемый усовершенствованным функциональным методом подуровня Бернулли (IBSEFM). На основе значений решений, двумерные и трехмерные графики и контурные поверхности строятся с привлечением математического программного обеспечения. Полученные результаты подтверждают, что IBSEFM является мощным математическим аппаратом для решения нелинейных согласованных уравнений в частных производных, возникающих в математической физике.

21.06-01.44 Волновое уравнение с кубической нелинейностью и возбуждение колебаний в системе «среда—источник». Шабловский О.Н. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2021. 13, № 4, с. 44-56. Рус.

Получено новое точное решение волнового уравнения с источником, зависящим от искомой функции и времени. Функ-

ция источника имеет полиномиальную (третьей степени) нелинейность, а также два дополнительных аддитивных члена, в которые входят вторая и третья степени искомой функции и явная синусная зависимость от времени. Построенные соотношения описывают именно процесс возбуждения колебаний в системе «среда—нелинейный реономный источник» и поэтому не содержат в себе как частный случай решение волнового уравнения с обычной кубической нелинейностью. Физическая интерпретация результатов работы обусловлена свойствами внешнего периодического воздействия на среду. Решение получено на плоскости «искомая функция—время» и дает аналитические выражения частных производных искомой функции по пространственной координате и времени. Это позволяет изучать нестационарные свойства изолиний искомой функции: их скорость и условия, при которых эта скорость является знакопеременной. Важное влияние на поведение изолиний оказывает наклон функции источника в малой окрестности нулевого значения искомой функции. А именно: его знак определяет режим движения (дозвуковой либо сверхзвуковой) изолинии, а его модуль служит масштабом при вычислении безразмерной частоты возбуждающих колебаний. В работе рассмотрены интервалы высоких и низких частот. В каждый момент времени градиентные свойства искомой функции характеризует монотонный профиль, располагающийся в полубесконечной области на плоскости «координата—искомая функция». Указаны условия, при которых происходят периодические по времени кинк-пульсации: в отдельные мгновения исходный монотонный профиль трансформируется в кинк, соответствующий двум состояниям равновесия системы. Изучены нестационарные свойства кривизны монотонных профилей: появление точек перегиба и точек спрямления. Рассмотрены два монотонных профиля: левая и правая ветви, расположенные в полубесконечных областях, соответственно, слева и справа от начала координат. Эти ветви совершают колебательные движения, периодически сближаясь и удаляясь друг от друга. В моменты времени, когда ветви примыкают к началу координат, они образуют неподвижный разрыв, который является слабым или сильным, если наклоны ветвей соответственно разных знаков либо одного знака. Обнаружено, что в ходе такого колебательного процесса в интервале высоких частот возможен трансзвуковой переход: скорость изолинии меняется от дозвукового значения к сверхзвуковому. Построена конфигурация волнового типа: левая и правая ветви, образующие слабый либо сильный разрыв, совершают периодическое по времени движение вдоль оси координат.

21.06-01.45 К вопросу о течении жидкостей в трубах и каналах произвольного сечения. Гладков С.О., Аунг Зо. Инженерная физика. 2021, № 10, с. 27-36. Рус.

Предложено аналитическое описание гидродинамического течения жидкости по трубе произвольного сечения под действием постоянного градиента давления. Исходя из общих принципов гидродинамики вязких жидкостей найдено распределение скорости по сечению трубы. В качестве примеров рассмотрено несколько частных случаев. Дан общий алгоритм решения подобных задач и в качестве иллюстрирующих примеров рассмотрено течение жидкости по каналу, сечение которого представляет собой кусочно-гладкий контур, в частности, произвольный треугольник и прямоугольник. Приводится общая формула функциональной зависимости скорости течения vz от координат x, y в случае произвольной формы контура при условии, что ось z направлена вдоль оси канала. С помощью этой формулы приводится общее выражение для вычисления расхода жидкости, протекающей в единицу времени по каналу любого сечения. Ключевые слова: динамическая вязкость, градиент давления, уравнение Навье—Стокса, уравнение непрерывности, сечение трубы, кусочно-гладкий контур, канал произвольного сечения.

21.06-01.46 Распространение синусоидальных волн в двухслойной стратифицированной по плотности жидкости. Зайцев А.А., Руденко А.И., Алексева С.М. Вестник Балтийского федерального университета. Физико-математические науки. 2021, № 3, с. 95-106. Рус.

Представлена корректировка новой методики решения задачи о синусоидальных волнах на поверхности однородной идеальной жидкости, связанная с уточнением граничных условий.

Найдено дисперсионное соотношение для длинных волн. Получено значение частоты для синусоидальных волн в стратифицированной жидкости.

21.06-01.47 Нестационарные одномерные течения колебательно-возбужденного газа. Григорьев Ю.Н., Мелешко С.В., Сириват П. *Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 3, с. 15-24. Рус.

Проведен полный групповой анализ системы одномерных нестационарных уравнений динамики колебательно-возбужденного газа в случае цилиндрической и сферической симметрии. Показано, что допустимая алгебра Ли не содержит оператор растяжения независимых переменных, с которым для аналогичной системы уравнений идеального газа связаны известные автомодельные решения задач с сильными ударными волнами. Предложена модификация характерного времени релаксации, позволившая дополнить допустимую алгебру Ли системы оператором одновременного растяжения независимых переменных и ввести класс автомодельных решений. На примере задачи о сильном линейном взрыве показано, что решение модифицированной системы уравнений является физически непротиворечивым и достаточно точно описывает известный эффект отставания колебательной температуры от статической за фронтом волны.

21.06-01.48 Алгоритмы расщепления для численного решения уравнений Навье—Стокса и их применение в задачах аэродинамики. Ковеня В.М. *Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 3, с. 48-59. Рус.

Для численного решения записанных в интегральной форме уравнений Навье—Стокса для сжимаемого газа предложены неявные конечно-объемные алгоритмы предиктор-корректор, основанные на методе расщепления, и исследованы их свойства. Рассмотрен экономичный алгоритм расщепления уравнений по физическим процессам и пространственным переменным. Найдены численные решения двумерных и пространственных задач аэродинамики, проведено сравнение с известными результатами расчетов. Выполненные оценки и расчеты позволяют сделать вывод об эффективности предлагаемых алгоритмов.

21.06-01.49 Плоские звуковые волны малой амплитуды в газопылевой среде с полидисперсными частицами. Маркелова Т.В., Аредаренко М.С., Исаенко Е.А., Стояновская О.П. *Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 4, с. 158-168. Рус.

Рассмотрена задача о распространении плоских звуковых волн малой амплитуды в среде из несущего изотермического газа и твердых частиц различного размера, сформулированная на основе многожидкостной макроскопической модели среды. В модели дисперсная фаза представляет собой N фракций монодисперсных частиц, для описания динамики каждой фракции используются уравнения сплошной среды, в которой отсутствует собственное давление. Фракции обмениваются импульсами с несущим газом, но не между собой. На всю смесь действует общее давление, определяемое движением молекул газа, пылевые частицы считаются плавающими. Аналитическое решение задачи получено с использованием метода Фурье и дисперсионного анализа. В общем случае при произвольном значении времени релаксации решение находится численно с помощью разработанного и опубликованного кода. В частных случаях (бесконечно малого времени скоростной релаксации или релаксационного равновесия и бесконечно большого времени скоростной релаксации или замороженного равновесия) определена эффективная скорость звука в газопылевой среде и с ее помощью получены простые аналитические представления решения задачи.

21.06-01.50 Точные решения уравнений Навье—Стокса для описания течений многослойных жидкостей. Exact solutions to the Navier—Stokes equations describing stratified fluid flows. *Burmasheva N. V., Prosviryakov E. Yu. Вестник Самарского гос. технич. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки.* 2021. 25, № 3, с. 491-507. Англ.

Статья посвящена рассмотрению вопросов необходимости построения точных решений для уравнений динамики вязкой жидкости, стратифицированной по нескольким физическим характеристикам (на примере плотности и вязкости). Обсужда-

ются вопросы применения семейств точных решений, построенных для многослойных жидкостей, при моделировании различных технологических процессов, имеющих дело с движущимися вязкими жидкими средами. В работе на основе точных решений Линя, линейных по части координат, построен класс точных решений уравнений Навье—Стокса для вязких многослойных сред в поле массовых сил. Далее производится обобщение приведенного класса на случай произвольной зависимости кинетико-силовых полей от всех трех декартовых координат и времени. Обсуждаются вопросы переопределенности и разрешимости редуцированной (на основе данных семейств) системы уравнений Навье—Стокса, дополненной уравнением несжимаемости. В качестве наглядной иллюстрации подробно разбирается случай изобарических сдвиговых течений вне поля массовых сил. Обсуждаются три подхода к получению условий совместности переопределенной редуцированной системы уравнений движения, показывается их взаимосвязь.

Отражение, дифракция и рефракция волн

21.06-01.51 Изотропные и анизотропные упругие рассеиватели подводного звука. Клещев А.А. *Труды Крыловского государственного научного центра.* 2021, № 4, с. 138-147. Рус.

Объект и цель научной работы. Исследуются дифракционные характеристики изотропных и анизотропных упругих рассеивателей и показано, что для трансверсально-изотропных тел при определенной ориентации их плоскостей изотропии могут использоваться характеристики изотропных рассеивателей таких же размеров, формы и физических параметров. Материалы и методы. Методы теории дифракции при решении граничных задач, уравнения динамической теории упругости применительно к изотропным и анизотропным телам. Основные результаты. Вычислены модули угловых характеристик, относительные сечения обратного рассеяния изотропных и анизотропных рассеивателей различных форм. Заключение. В результате проведенных исследований удалось доказать, что для трансверсально-изотропных тел различных форм при определенной ориентации их плоскостей изотропии и волнового вектора падающей плоской волны такие характеристики отражения, как относительные сечения обратного рассеяния и угловая характеристика рассеяния анизотропного тела, совпадают с аналогичными характеристиками изотропных тел таких же размеров, формы и упругих параметров.

21.06-01.52 Задача об отражении центрированной волны разрежения от "мягкого" поршня. Ногин В.Н. *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое моделирование физических процессов.* 2021, № 3, с. 34-41. Рус.

Получено аналитическое решение задачи об отражении центрированной волны разрежения в идеальном газе от поршня, на котором задано постоянное давление. Волна разрежения отражается от поршня в виде волны сжатия, которая движется по спадающему профилю плотности и на некотором расстоянии от поршня превращается в ударную волну. Рассмотрена структура течения в отраженной волне для случаев, когда показатель адиабаты равен $\gamma = (2r+3)/(2r+1)$, где r — целое положительное число. Для значений $r=0, 1, 2$ решение представлено в виде аналитических формул. Найдены условия возникновения разрывов в решении. Показано, что в зависимости от значения давления на левой границе разрыв возникает либо в области общего решения, либо в отраженной простой волне. Полученное решение может быть использовано в качестве теста для численных методик.

Рассеяние акустических волн

См. 21.06-01.51

Упругие волны в твердых телах

21.06-01.53 Оценка пространственной разрешающей способности при акустических исследованиях грунтов. Заславский Ю.М., Заславский В.Ю. *Вычислительная механика сплошных сред.* 2020. 13, № 1, с. 23-33. Рус.

Выведены расчетные соотношения, позволяющие проанализировать возможность обнаружения локальных неоднородностей при акустическом исследовании грунтовой толщи методом отраженных волн. Амплитудное значение суммарного отклика на выходе приемной антенны представляется в виде двумерного рельефа — функции двух аргументов: времени задержки обратно отраженного импульсного эхо-сигнала и смещения центра апертуры при пространственном сканировании относительно места предполагаемой локализации неоднородности. На основе графического представления суммарного отклика приемной антенны в виде двумерного пространственно-временного рельефа демонстрируется реализуемость предлагаемого метода обнаружения локальных неоднородностей в зондируемой среде. Иллюстрации результатов моделирования наглядно показывают, что данный подход способствует получению информации о фактическом профиле или характере горизонтального пространственного распределения аномалии. Путем математического и численного моделирования анализируется влияние длительности зондирующего импульса и апертуры приемной антенны, габаритов и глубины залегания локальной неоднородности, а также фактора диссипации при распространении сейсмоакустических волн на разрешающую способность при зондировании и удаленной диагностике параметров неоднородности. Областью применения разработанной методики являются инженерная сейсморазведка карстовых полостей, брекчий, каверн и других видов локальных неоднородностей.

21.06-01.54 Анализ сейсмических колебаний, возбуждаемых движущимся железнодорожным составом. Заславский Ю.М., Заславский В.Ю. Вычислительная механика сплошных сред. 2021. 14, № 1, с. 91-101. Рус.

Излагается теоретический анализ сейсмических колебаний, возбуждаемых быстро движущимся железнодорожным экспрессом. Исследуется возможность использования сейсмических колебаний техногенной природы, создаваемых самим транспортным средством, которые регистрируются сейсмической аппаратурой под путями и в их окрестностях, подверженных, например, карстовым явлениям, где риски аварийности повышены. Указаны основные физические механизмы возбуждения сейсмических волн, бегущих вдоль свободной поверхности и уходящих вглубь земной толщи. Основное внимание уделяется релеевским поверхностным волнам, доминирующим на малых и средних удалениях от пути на частотах до первых десятков герц. Выполнен расчёт спектра поверхностной релеевской волны, преобладающей в сейсмическом отклике, соответствующем указанной дистанции. Рассматриваются амплитудно-частотные характеристики и их зависимости от скорости движения нагрузки, перепада скорости распространения упругих волн в толще грунта. Графики спектра сейсмического волнового отклика демонстрируются при нескольких значениях скорости движения и параметров верхней слоя претерпевшей осадку земляной толщи в виде рельефа на плоскости аргументов «частота-дистанция по перпендикуляру к направлению движения». Анализируется влияние частотной дисперсии скорости распространения поверхностных волн в слоистой структуре нижнего строения железнодорожного пути на спектр волнового отклика. Характерные особенности в рельефе, изображающем спектр в двухкоординатном представлении, расцениваются как информативные признаки, которые закладываются в алгоритмы мониторинга слоистой структуры грунта, а также в основу работы систем диагностики локальных аномалий, вызванных, например, карстовыми явлениями под магистралью.

21.06-01.55 Численное исследование распространения волн в нелинейном диссипативном материале. Волчков Ю.М., Боголюбовский И.О. Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 5, с. 114-118. Рус.

Исследован класс материалов, поведение которых не позволяет определить их как пластичные или упругие по экспериментальной диаграмме напряжение—деформация. Упругими они не являются в силу того, что разгрузка происходит по кривой, существенно отличающейся от кривой нагружения, а пластичными — поскольку при полном цикле нагружение—разгрузка отсутствуют остаточные деформации. В качестве таких материалов рассматриваются так называемые металлорезины — ма-

териалы, представляющие собой витую проволоку, спрессованную в практически однородное тело. Исследовано распространение ударных волн в таком материале. Рассмотрена одномерная модель.

Отражение, дифракция, рассеяние упругих волн

См. **21.06-01.53**

Волноводы, волны в трубах и направляющих системах

21.06-01.56 Распространяющиеся и стоячие волны Рэлея около шеренг заклепок, соединяющих пластины Кирхгофа. Назаров С.А. Сибирский математический журнал. 2021. 62, № 4, с. 1339-1356. Рус.

Показано, что около периодических шеренг заклепок, соединяющих две пластины Кирхгофа и моделируемых при помощи точечных условий сопряжения Соболева, возникают волны Рэлея, распространяющиеся вдоль шеренг, но экспоненциально затухающие в перпендикулярном направлении. При дополнительных геометрических условиях обнаружены стоячие (периодические) волны, которые не переносят энергию.

21.06-01.57 К теории акустического сканирования поврежденных подземных трубопроводов. Шагапов В.Ш., Галияжбарова Э.В., Хажимова З.Р. Акустический журнал. 2021. 67, № 6, с. 583-594. Рус.

Изучается эволюция импульсного сигнала, инициированного толчком цилиндрического поршня и распространяющегося по неподвижной жидкости, заполняющей трубопровод, который зарыт в грунт и имеет протяженный поврежденный участок. Принятая математическая модель основывается на линейаризованных уравнениях одномерного течения слабосжимаемой жидкости. Пространственная протяженность сканирующего импульсного сигнала полагается значительно меньше длины трубопровода и длины поврежденного участка, но больше диаметра канала. При получении условий отражения на границах поврежденного участка и расчете эволюции сигнала на этом участке принято, что интенсивность утечки жидкости полностью лимитируется проницаемостью грунта. Задача решается численно методом быстрого преобразования Фурье. Для этого получены дисперсионные выражения для фазовой скорости и коэффициента затухания гармонического сигнала на поврежденном участке, коэффициентов отражения и прохождения на границах этого участка. На их основе проведен анализ влияния геометрических параметров канала, проницаемости грунта, реологических свойств жидкости на поведение гармонических волн. Задача об эволюции импульсного сигнала решается в несколько этапов: распространение импульсного сигнала по среде, заполняющей канал; дисперсия сигнала на поврежденном участке с формированием отраженных и прошедших волн возмущения; распространение отраженных и прошедших поврежденный участок импульсных возмущений до модельных датчиков-анализаторов сигналов.

См. также **21.06-01.51**

Излучение источников, импеданс, картины полей

21.06-01.58 Пространственно-временная фокусировка волн Стокса. Асеев А.Ю., Козырев О.Р., Куркин А.А., Пелиновский Е.Н. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2001, № 2, с. 3-19. Рус.

Механизм пространственно-временной фокусировки волн Стокса изучается в рамках линейного приближения. Показано, что аномально большая волна пространственно локализована, и предложен простой способ ее нахождения. Обсуждаются свойства волнового пакета, состоящего из чередования локализованных пятен разной поляризации вдали от фокальной области, а также условия фокусировки, приводящие к возникновению аномально больших волн.

21.06-01.59 Теоретический расчет амплитудно-

частотной характеристики механической колебательной системы "локальная неоднородность—грунт". *Бубнов Е.Я. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2020, № 3-4, с. 145-148. Рус.

На основе разработанного на практике сейсмоакустического метода поиска приповерхностных локальных неоднородностей, проведено теоретическое исследование механической системы «неоднородность—грунт». Для адекватного описания физической модели вводится колебательная система, состоящая из двух парциальных систем: первая система образована локальной неоднородностью, упруго контактирующей с грунтом, а вторая система состоит из части грунта, расположенной над неоднородностью. Методом электромеханических аналогий вычислен амплитудный спектр колебаний поверхности грунта для полной системы. Проведено математическое моделирование спектральных характеристик колебаний грунта над неоднородностью при вариации параметров системы и выполнено сравнение с данными экспериментальных измерений.

21.06-01.60 О турбулентности в жидкости. *Воронков С.С. Техническая акустика.* 2021. 21, № 1, <http://www.ejta.org/ru/voronkov13>. Рус.

Анализируется турбулентность в жидкостях и газах. Приводятся уравнения, описывающие турбулентность в газе Ван-дер-Ваальса. Отмечается, что при рассмотрении турбулентности в жидкостях, так же как и в газах, необходимо учитывать сжимаемость среды. Дается определение турбулентности в жидкостях и газах. Рассматривается существование и гладкость решений уравнений Навье—Стокса. Показано, что разрывное поведение давления в турбулентном потоке жидкости и газа следует не из решений уравнений Навье—Стокса в приближении несжимаемости среды, а из решений более общей системы уравнений, учитывающей сжимаемость и диссипацию энергии.

Численные методы, компьютерное моделирование

21.06-01.61 Управление детонационным горением водородно-воздушной смеси посредством внесения аргона и озона. *Левин В.А., Журавская Т.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 501, № 1, с. 48-53. Рус.

Численно исследовано влияние добавок аргона и озона в стехиометрическую водородно-воздушную смесь на параметры волны детонации с целью снижения скорости распространения волны и температуры продуктов горения без существенного увеличения детонационной ячейки, являющейся фундаментальной характеристикой детонационной способности смеси. Установлено, что малые доли вносимых добавок могут быть подобраны так, что размер ячейки волны детонации в полученной смеси будет близок к среднему размеру ячейки в чистой смеси, при этом скорость волны и температура продуктов детонации будут существенно снижены. Обнаружено, что детонационная волна в смеси с добавками в концентрациях, не допускающих значимого увеличения размера ячейки, более устойчива к возмущениям, вызванным расположенными в канале препятствиями, чем в чистой смеси. Исследование проведено с использованием схемы второго порядка на основе метода Годунова; для моделирования химических реакций использовался детальный кинетический механизм.

21.06-01.62 Численное моделирование динамики пленок поверхностно-активных веществ в поле нестационарных неоднородных течений и волн. *Полухина О.Е., Талипова Т.Г. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2002, № 3, с. 3-11. Рус.

Проведено численное исследование динамики пленок поверхностно-активных веществ в поле как модельных, так и реальных внутренних волн.

21.06-01.63 Численное моделирование внутренних волн на шельфе Карского моря. *Полухин Н.В., Талипова Т.Г. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2002, № 3, с. 12-22. Рус.

Проведено численное моделирование трансформации внутренних волн в Карском море в рамках обобщенного уравнения Кортевега—де Вриза. Показано, что в околорезонансных широтах возможно распространение внутренних волн с периодами, меньшими периода полусуточного прилива (M2). Исследуется зависимость амплитуды волн вследствие совместного действия дисперсионных и нелинейных эффектов, а также переменной гидрологии.

21.06-01.64 Численное исследование влияния аксиальных вибраций конечной амплитуды и частоты на течения и деформации поверхности жидкой зоны в условиях невесомости. *Любимова Т.П., Паршакова Я.Н., Скуридин Р.В. Вычислительная механика сплошных сред.* 2019. 12, № 4, с. 455-461. Рус.

Вибрационное воздействие на неоднородные среды является одним из механизмов управления процессами, происходящими в этих средах. Для гидродинамических систем вибрации могут сильно влиять на характер движения и форму поверхности раздела и приводить к поведению, которое значительно отличается от поведения в статических полях. В настоящей работе численно исследуются течения и деформации поверхности цилиндрической жидкой зоны, окруженной коаксиальным слоем газа. Сверху и снизу система ограничена параллельными твердыми пластинами, совершающими аксиальные вибрации с конечной амплитудой и частотой. Задача решается для условий невесомости. Цель работы состоит в исследовании и объяснении природы новых вибрационных явлений, наблюдаемых в экспериментах. Расчеты проводятся в рамках полной неосредненной постановки с использованием метода объема жидкости. Получены данные о мгновенных и средних полях скорости и мгновенной и средней форме поверхности раздела жидкость—газ при различных частотах и амплитудах вибраций. Показано, что аксиальные вибрации торцов генерируют волны на поверхности раздела, распространяющиеся внутрь к центру зоны. Поверхностными волнами индуцируется среднее течение, направленное вблизи поверхности раздела от колеблющихся пластин к центру жидкой зоны. Кроме того, при наличии вибраций вблизи твердых пластин возникает среднее течение в виде торoidalных вихрей с направлением движения от поверхности раздела к оси зоны. В условиях неоднородного нагрева вблизи поверхности раздела цилиндрической жидкой зоны формируется термокапиллярное течение, влияние вибраций на которое также изучается в статье. Показано, что вибрации приводят к подавлению интенсивности термокапиллярной конвекции.

21.06-01.65 Численное моделирование звукового давления для системы калибровки измерительных микрофонов типа LS. *Головин Д.В. Мат. моделир.* 2021. 33, № 10, с. 96-108. Рус.

Представлены результаты по моделированию звукового давления в системе калибровки измерительных микрофонов типа LS, основанной на методе взаимности, с использованием квазиаэродинамического (КГД) подхода в диапазоне частот от 1 Гц до 10 кГц. Численный метод на основе КГД уравнений для сжимаемого вязкого теплопроводного газа построен с использованием явной схемы, метода конечных разностей для равномерной сетки с аппроксимацией пространственных производных через центральные разности и с применением метода фиктивных узлов для аппроксимации граничных условий. Особенностью вычислительной задачи в исследованном диапазоне частот являются числа Маха от $7.3 \cdot 10^{-10}$ до $7.3 \cdot 10^{-6}$. Хорошее совпадение результатов моделирования с известным аналитическим решением свидетельствует в пользу применимости КГД подхода для моделирования течений газа с предельно малыми числами Маха и задач акустики в частности.

21.06-01.66 Энтропийная регуляризация разрывного метода Галеркина в консервативных переменных для двумерных уравнений Эйлера. *Брагин М.Д., Крикшин Ю.А., Тишкин В.Ф. Мат. моделир.* 2021. 33, № 12, с. 49-66. Рус.

Построена энтропийная регуляризация консервативного устойчивого разрывного метода Галеркина в консервативных переменных для двумерных уравнений Эйлера на основе специального ограничителя наклонов. Данный ограничитель обеспе-

чивает выполнение двумерных аналогов условий монотонности и дискретного аналога энтропийного неравенства. Проведено тестирование разработанного метода на двумерных модельных газодинамических задачах.

21.06-01.67 Применение полуэмпирических критериев отрыва для верификации численного решения в задаче двумерного дозвукового турбулентного течения в криволинейном канале. *Матяги И.С.* Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 4, с. 34-46. Рус.

ассмотрен важный шаг верификационного цикла, когда численное решение сопоставляется с имеющимися аналитическими или полуэмпирическими данными. Приведено описание критерия отрыва пограничного слоя Бам—Зеликовича. Обсуждена возможность образования замкнутой отрывной зоны и дано толкование критерия Корста присоединения отрыва в дозвуковом потоке. Представлены результаты численных расчетов, выполненных в приближении URANS с применением различных моделей турбулентности. Проведены сопоставления всех полученных решений.

См. также 21.06-01.52, 21.06-01.55

Методы измерений и инструменты

21.06-01.68 Моделирование поведения упругопластических стержней при растяжении-кручении и построение их диаграмм деформирования до разрыва с учетом вида напряженно-деформированного состояния. *Баженов В.Г., Казаков Д.А., Нагорных Е.В., Осетров Д.Л., Рябов А.А.* Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021. 501, № 1, с. 23-28. Рус.

В научной литературе нет четкого вывода о достоверности «гипотезы единой кривой» при больших деформациях из-за сложности экспериментального анализа неоднородного напряженно-деформированного состояния (НДС). Авторами разработан экспериментально-расчетный метод, в котором интегральные характеристики (обобщенные силы и перемещения) процесса деформирования определяются экспериментально, а изменения неоднородного НДС — численно. Метод позволил установить существенную зависимость диаграмм деформирования при растяжении и кручении от вида напряженного состояния для сталей 09Г2С, 10ХСНД и 10Г2ФБЮ при умеренных и больших деформациях и заметно уточнить результаты численного моделирования процессов упругопластического деформирования стержней при комбинированных нагружениях растяжением-кручением. Предложенный быстросходящийся алгоритм применим для построения диаграмм деформирования и при других видах квазистатического и динамического нагружения: сжатии, пенетрировании, изгибе и др.

21.06-01.69 Об использовании стендовых измерительных трубопроводов в качестве акустических нагрузок зондов пульсаций давления. *Быстров Н.Д., Гимадиев А.Г.* Динамика и виброакустика. 2021. 7, № 1, с. 28-33. Рус.

При доводке ГТД на рабочие параметры с учетом пульсаций давления в тракте газогенератора применяются акустические зонды с выносом датчика из зоны с высокой температурой. Подводящий волновод, входящий в состав зонда, является акустически резонирующим элементом, значительно искажающим результат измерения. Среди разнообразных корректирующих элементов для акустических зондов на практике особая роль отводится не отражающим нагрузкам в виде длинных линий. Производственным фирмам при стендовых испытаниях часто целесообразно применять помимо длинных линий конструкции, составленные из дюритовых шлангов с короткими отрезками металлических трубопроводов. В прилагаемом материале показаны результаты испытаний модельного зонда с несколькими видами таких согласованных нагрузок. Показана возможность такого решения для повышения точности измерения пульсаций давления в условиях повышенных температур.

21.06-01.70 Исследование фильтрующих свойств маятникового акселерометра, функционирующего в режиме автоколебаний. *Малетин А.Н., Хатанзей-*

ская М.А. Авиакосмическое приборостроение. 2021. 25, № 10, с. 3-12. Рус.

Проведено исследование фильтрующих свойств маятникового акселерометра в режиме автоколебаний. Показана возможность использования двухпозиционного нелинейного звена в качестве многополосного фильтра. Предложен оптимальный вариант настройки значений параметров нелинейного звена, который обеспечивает минимум погрешности измерений кажущегося ускорения и максимальное быстродействие прибора. Ключевые слова: маятниковый акселерометр, нелинейное звено, автоколебания, многополосный фильтр, гармоническая линеаризация, высокочастотная помеха.

21.06-01.71 К исследованию колебаний цилиндра с вязкоупругим покрытием. *Ватульян А.О., Дударев В.В.* Вычислительная механика сплошных сред. 2021. 14, № 3, с. 312-321. Рус.

Рассматривается задача об установившихся продольно-радиальных колебаниях упругого полого цилиндра с вязкоупругим покрытием. Вязкоупругие свойства и плотность покрытия изменяются только по радиальной координате. Торцы цилиндра находятся в условиях скользящей заделки, периодическая во времени нагрузка приложена ко всей внешней боковой поверхности цилиндра. Выбран четный закон изменения нагрузки по осевой координате. В рамках модели стандартного вязкоупругого тела, следуя принципу соответствия, переменные параметры Ламе заменены на комплексные функции радиальной координаты и частоты колебаний. Решение получено с использованием двух подходов. В рамках первого подхода решение строится с помощью метода разделения переменных и сводится к набору краевых задач для канонических систем дифференциальных уравнений первого порядка с переменными коэффициентами. Далее каждая из этих задач решается численно методом пристрелки. Второй подход основан на методе конечных элементов, реализованном в пакете FlexPDE. Проведено сравнение найденных решений при заданных законах изменения характеристик неоднородности и фиксированной частоте на примере графиков вещественных и мнимых частей компонент радиальных смещений и напряжений. Показана сходимость решения, полученного методом конечных элементов, в зависимости от числа узлов аппроксимирующей расчетную область сетки для значений функций радиального смещения, измеренного в трех точках. Построены графики амплитудно-частотной характеристики на внешней поверхности системы «цилиндр—покрытие» при различных значениях времени релаксации. Выявлено влияние переменных свойств покрытия на функцию смещения. Описаны преимущества каждого из подходов и области их практического применения.

21.06-01.72 Цифровой керн: моделирование акустической эмиссии в целях локализации ее источников методом обращения волнового поля в обратном времени. *Решетова Г.В., Анчугов А.В.* Геология и геофизика. 2021, № 4, с. 597-609. Рус.

Представлены результаты численных экспериментов для решения задачи локализации событий акустической эмиссии в образцах керна. В качестве математической модели использовались уравнения динамической теории упругости в полярной системе координат. Предложен подход к локализации событий акустической эмиссии методом обращения времени, основанный на анализе суммарной энергии волнового процесса. Параметры изучаемых процессов получены на основе обработки данных лабораторных экспериментов. Приведены результаты численного моделирования, на основании которых определяется ряд основных характеристик конфигурации многоканальной системы сбора данных: оптимальное количество каналов регистрации, расположение датчиков относительно керна. Исследована разрешающая способность метода в зависимости от доминирующей частоты и разного количества каналов регистрации.

21.06-01.73 Определение геометро-акустических свойств сварного соединения как решение обратной коэффicientной задачи для скалярного волнового уравнения. *Базулин Е.Г., Гончарский А.В., Романов С.Ю., Серёжников С.Ю.* Дефектоскопия. 2021, № 11, с. 3-14. Рус.

Разработаны ультразвуковые томографические методы

неразрушающего контроля объектов с целью определения геометрии сварного соединения и оценки поля скоростей в нем. Предложено решение обратной коэффициентной задачи для схемы регистрации эхосигналов в зеркально-теневом режиме. Проведено численное моделирование для различных томографических схем на образцах с акустическими параметрами и геометрией, соответствующими реальному эксперименту с использованием антенной решетки с рабочей частотой 2.25 МГц. Численными методами проведена оптимизация томографических схем для разных прикладных задач. Показано, что с помощью разработанных томографических схем можно не только обнаружить границы сварного соединения, но и определить поле скоростей внутри объекта контроля.

21.06-01.74 Повышение скорости регистрации эхосигналов ультразвуковой антенной решеткой за счет оптимального прореживания коммутационной матрицы с помощью генетического алгоритма. *Вазулин Е.Г., Медведев Л.В. Дефектоскопия.* 2021, № 11, с. 15-23. Рус.

Для повышения скорости регистрации эхосигналов и повышения скорости восстановления изображения отражателей предложено использовать прореженную коммутационную матрицу (SMC). Для получения коммутационной матрицы, позволяющей получать изображения минимально отличающиеся от изображения, полученного по полной коммутационной матрице (FMC), предложено использовать генетический алгоритм. Рассмотрено два варианта оптимизации коммутационной матрицы: поэлементное прореживание и прореживание по столбцам. В численном и модельных экспериментах показано, что определенная с помощью генетического алгоритма прореженная коммутационная матрица, заполненная на 25%, позволяет сформировать изображения, отличающиеся от изображения, полученного по FMC, с ошибкой около 3%. Работа с коммутационной матрицей по столбцам позволяет повысить скорость регистрации эхосигналов в 4 раза. Во столько же раз повышается скорость восстановления изображения.

21.06-01.75 Скорость звука в природном ударно-сжатом уране в диапазоне давления 20—260 ГПа. *Панкратов Д.Г., Якунин А.К., Попцов А.Г., Юсупов Д.Т. Физика горения и взрыва.* 2021, 57, № 6, с. 122-126. Рус.

Представлены результаты измерения скорости звука в природном уране при его высокоскоростной деформации в областях α - и γ -фаз, а также в области плавления на фронте ударной волны. Регистрация процессов осуществлялась по методике манганинового датчика (диапазон 20—110 ГПа) и индикаторной методике (диапазон 70—260 ГПа). В области твердой фазы урана вдоль его ударной адиабаты определены изменения коэффициента Пуассона, модуля Юнга, модуля объемного сжатия и модуля сдвига.

21.06-01.76 Влияние механических напряжений на поведение лазерных ультразвуковых сигналов вблизи отверстия в керамике нитрида кремния. *Глазов А.Л., Муратиков К.Л. Письма в Журнал технической физики.* 2021, 47, № 12, с. 42-45. Рус.

Выполнено экспериментальное исследование поведения лазерных ультразвуковых сигналов вблизи отверстия в диэлектрической керамике нитрида кремния при воздействии внешних сжимающих напряжений. Показано принципиальное расхождение полученных результатов с аналогичными результатами, полученными нами ранее для металлов, и их количественное несоответствие предсказаниям термодинамической модели формирования термоупругих сигналов от напряженных материалов. Предложено объяснение наблюдающихся расхождений с помощью модели теплового возбуждения дефектных состояний решетки, предложенной нами ранее. Ключевые слова: керамика, лазерный ультразвук, механические напряжения, термоупругость.

21.06-01.77 Оценка возможностей использования фрактальной размерности и информационной энтропии упругих волн для оценки поврежденности стали 20 при малоциклового усталости. *Хлыбов А.А., Кабалдин Ю.Г., Аносов М.С., Рябов Д.А., Шатагин Д.А., Кисилев А.В. Вестник Ижевского гос. техн. ун-та.* 2021, 24, № 3, с. 17-25. Рус.

Приводятся результаты экспериментальных исследований образцов из стали 20 на малоцикловую усталость (консольный изгиб). Получена кривая усталости для исследуемого материала в диапазоне амплитуд напряжений 210—380 МПа. В логарифмических координатах данная зависимость имеет линейный характер. По результатам исследований показано, что одной из структурно-чувствительных характеристик является форма импульса упругой волны, прошедшего в исследуемой среде. Для анализа формы импульса упругой волны предложен алгоритм оценки поврежденности материалов, использующий значения фрактальной размерности аттрактора и информационную энтропию в процессе усталостного нагружения. Установлено, что по полученным зависимостям процесс накопления усталостных повреждений условно можно разделить на 2 фазы. В первой фазе энтропия ультразвукового сигнала практически не изменяется и сохраняется в пределах 0,05—0,1 нат, фрактальная размерность аттрактора ультразвукового сигнала возрастает с 1,5 до 1,8. При переходе во вторую фазу наблюдается максимальные значения фрактальной размерности аттрактора ультразвукового сигнала, значения которого уменьшаются во второй фазе до 1,4 перед разрушением образца. Значения информационной энтропии во второй фазе монотонно возрастают до 0,55 нат. Исследования показали, что полученные зависимости практически не изменяются с изменением амплитуды напряжений. Результаты исследований при различных амплитудах напряжений показали, что характеристики фрактальной размерности аттрактора и информационной энтропии импульсов упругой волны, прошедшие в металле через зоны накопленных повреждений, расширяют и дополняют возможности акустических методов в задачах оценки работоспособности материалов при малоциклового усталости и позволяют выявить стадию разрушения стали 20.

Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

21.06-01.78 Оценка параметров колебательных систем. *Parameter estimation for the oscillating systems. Matevosyan A.A., Matevosyan A.G. Ученые записки ЕГУ, физико-математических наук.* 2021, 55, № 2, с. 131-140. Англ.

Было исследовано простое гармоническое движение вращательно-колебательной системы. Также исследовались затухание и вынужденные колебания системы, были произведены измерения. Тремя разными методами исследовался резонанс в колебательной системе и измерялся коэффициент качества (добротность) затухающей системы при различных параметрах затухания. При двух различных демпфирующих силах были построены резонансные кривые. Построена вероятностная модель и оценены параметры системы по резонансным кривым с использованием платформы для отбора Stan. При отсутствии дополнительной силы сопротивления коэффициент качества (добротность) колебательной системы оценивалась в $Q=71\pm 1$, а собственная частота — $\omega_0=3,105\pm 0,008 \text{ с}^{-1}$.

21.06-01.79 Обоснование выбора ширины фильтра при использовании спектра огибающей в вибродиагностике дефектов роторных машин. *Сундуков А.Е. Вестник Самарского ун-та. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение.* 2020, 19, № 3, с. 100-108. Рус.

Показана определенная неоднозначность границы узкополосности случайных процессов, полученная разными авторами. Исползование фильтров разной ширины при получении спектра огибающей затрудняет сопоставление полученных результатов по оценке глубины амплитудной модуляции в вибродиагностике дефектов роторных машин. Исследовались результаты полосовой фильтрации только шумового процесса, а также амплитудно-модулированного шума. Анализ результатов фильтрации широкополосного нормального случайного процесса с постоянной спектральной плотностью и представления ширины спектра полученных колебаний через спектральные моменты показал, что узкополосными следует считать процессы, выделенные фильтром не более 1/3 октавы. Моделирование по амплитуде широкополосного шума гармоническим процессом и оценка зависимости амплитуды модулирующей гармоники, глубины амплитудной модуляции, асимметрии и эксцесса и ха-

характеристик огибающей от ширины выделяющего фильтра позволила установить, что при использовании спектра огибающей следует применять относительную ширину фильтра в 30%.

21.06-01.80 Собственные колебания усечённых конических оболочек переменной толщины. *Бочкарев С.А. Вычислительная механика сплошных сред.* 2020, 13, № 4, с. 402-413. Рус.

Представлены результаты исследований собственных частот колебаний круговых усечённых конических оболочек, толщина стенок которых непостоянна по длине и изменяется по различным законам. Поведение упругой конструкции описывается в рамках классической теории оболочек, основанной на гипотезах Кирхгофа—Лява. Соответствующие геометрические и физические соотношения совместно с уравнениями движения сводятся к системе обыкновенных дифференциальных уравнений относительно новых неизвестных. Решение сформулированной краевой задачи осуществляется методом ортогональной прогонки Годунова с численным интегрированием дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты четвёртого порядка точности. Для вычисления собственных частот колебаний используется сочетание пошаговой процедуры с последующим уточнением методом деления пополам. Достоверность полученных результатов подтверждена сравнением с известными численно-аналитическими решениями. Для оболочек с различными граничными условиями (свободным опиранием, жёстким и консольным закреплением), углами конусности и линейными размерами найдены зависимости минимальных частот колебаний при степенном (линейном и квадратичном, имеющих симметричную и несимметричную формы) и гармоническом (с положительной и отрицательной кривизной) изменении толщины стенки. Продемонстрировано существование конфигураций стенок, обеспечивающих значительный рост частотного спектра по сравнению с оболочками постоянной толщины при одинаковых ограничениях на вес конструкций.

21.06-01.81 Упругодиффузионные колебания изотропной пластины Кирхгофа—Лява под действием нестационарной распределённой поперечной нагрузки. *Гу Ю., Земсков А.В., Тарлаковский Д.В. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика.* 2021, № 3, с. 48-57. Рус.

Исследуются нестационарные упругодиффузионные колебания свободно опертой прямоугольной изотропной пластины Кирхгофа—Лява, находящейся под действием распределённой поперечной нагрузки. Для математической постановки задачи используется модель, описывающая связанные упругодиффузионные процессы в сплошных многокомпонентных средах с учетом релаксации диффузионных потоков. Из нее с помощью вариационного принципа Даламбера получены уравнения поперечных колебаний прямоугольной изотропной пластины Кирхгофа—Лява с учетом диффузии. На основе полученных уравнений сформулирована постановка начально-краевой задачи об изгибе свободно опертой изотропной прямоугольной пластины под действием распределённых по поверхности упругодиффузионных возмущений. Решение задачи о нестационарных упругодиффузионных колебаниях пластины ищется в интегральной форме. Ядрами интегральных представлений являются поверхностные функции Грина, для нахождения которых используется преобразование Лапласа по времени и разложение в двойные тригонометрические ряды Фурье по пространственным координатам. Трансформанты Лапласа функций Грина представлены через рациональные функции параметра преобразования Лапласа. Переход в пространство ординалов осуществляется аналитически с помощью вычетов и таблиц операционного исчисления. Получены аналитические выражения для поверхностных функций Грина рассматриваемой задачи. В качестве расчетного примера рассмотрен изгиб свободно опертой механодиффузионной пластины, находящейся под действием внезапно приложенных, распределённых по поверхности нестационарных изгибающих моментов. На примере трехкомпонентного материала выполнено численное исследование взаимодействия нестационарных механического и диффузионного полей в изотропной пластине. Исследовано влияние релаксационных эффектов на кинетику массопереноса. Решение представлено в аналитической форме и в виде графиков за-

висимости искомых полей перемещения и приращений концентрации компонент среды от времени и координат. В заключение приведены основные выводы о влиянии связанности полей и релаксационных эффектов на напряженно-деформированное состояние и массоперенос в пластине.

21.06-01.82 Виброактивность малошумных вентиляторов. *Дмитриев В.С., Костюченко Т.Г., Миньков Л.Л., Дердященко В.В., Панфилов Д.С. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2020, № 68, с. 61-71. Рус.

DOI: 10.17223/19988621/68/6 Малошумный вентилятор как многопараметрическая электромеханическая система подвергается целому комплексу периодических механических воздействий: статических, динамических, электромагнитных, акустических. Представлено сравнение качества разработок малошумных вентиляторов в зависимости от выбранного типа сопротивления. Аналитически и практически показана эффективность демпфирования колебаний механической системы (малошумного вентилятора) в зависимости от вида применяемого момента сопротивления. Рассмотрены технически обоснованные направления совершенствования (модернизации) этих вентиляторов на основе аналитических и технических решений, обеспечивающих дальнейшее повышение качества малошумных вентиляторов.

21.06-01.83 Исследование влияния колебаний ствола на угол вылета снаряда при выстреле. *Липанов А.М., Русяк И.Г., Суфьянов В.Г. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2020, № 68, с. 80-94. Рус.

DOI: 10.17223/19988621/68/8 Рассмотрена задача о продольно-поперечных колебаниях ствола артиллерийского орудия при выстреле в одномерной постановке с учетом начального гравитационного прогиба, массовых сил, давления пороховых газов и массы снаряда. Разностные схемы для решения уравнений продольных и поперечных колебаний ствола получены на основе интегро-интерполяционного метода. Показано, что в вертикальной плоскости имеют место существенные колебания ствола, при этом время затухания колебаний больше промежутка времени между выстрелами, что оказывает влияние на разброс снарядов при стрельбе очередью.

21.06-01.84 Определение частот поперечных колебаний переходников и тупиковых ответвлений газопроводов. *Лун-Фу А.В., Бубенчиков М.А., Жамбаа С., Цыдыпов С.Г. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2020, № 68, с. 95-105. Рус.

DOI: 10.17223/19988621/68/9 С помощью волнового уравнения для упругой деформации осевой линии трубы, а также метода разделения переменных и функции Крылова, найдено точное решение задачи о распространении малых деформаций по трубе, имеющей различные способы закрепления на концах выделенного фрагмента трубопровода. Представлены также компактные программы расчета форм и частот колебаний во всех рассматриваемых случаях закрепления концов трубы.

21.06-01.85 Продольно-радиальные колебания упругой цилиндрической оболочки с вязкой сжимаемой жидкостью. *Худойназаров Х.Х., Халмурадов Р.И., Ялгашев Б.Ф. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2020, № 69, с. 139-154. Рус.

DOI: 10.17223/19988621/69/11 Исходя из точной трехмерной постановки задачи и ее решения в преобразованиях, выведены общие уравнения продольно-радиальных колебаний цилиндрической оболочки, содержащей вязкую сжимаемую жидкость, из которых можно получить типа классических и уточненных приближенные уравнения колебаний. На основе полученных уточненных уравнений колебаний решена задача о гармонических продольно-радиальных колебаниях цилиндрической оболочки.

21.06-01.86 Геометрическое моделирование формы параллелограммных пластин в задаче свободных колебаний с использованием конформных радиусов. *Черняев А.А. Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика.* 2020, № 70, с. 143-159. Рус.

Рассмотрена задача свободных колебаний параллелограмм-

ных пластин, для решения которой исследована возможность использования приема геометрического моделирования формы пластин с помощью конформных радиусов. Показано, что изучение свободных колебаний параллелограммных пластин при изменении их геометрических параметров можно производить с использованием конформных радиусов, возникающих при конформном отображении области, ограниченной контуром пластины, на единичный круг. Рассмотрено использование данного приема для решения различных практических инженерных задач.

21.06-01.87 Математическое моделирование критических состояний тонкостенных цилиндрических оболочек при внутреннем давлении и осевом сжатии. Дильман В.Л. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2019. 11, № 4, с. 39-46. Рус.

Рассматриваются условия нагружения тонкостенной цилиндрической оболочки, в том числе трубы большого диаметра, при сжимающих (отрицательных) осевых напряжениях и растягивающих (положительных) кольцевых напряжениях. Цель статьи — установить зависимости критических деформаций, напряжений, давлений и осевых нагрузок на оболочку от ее параметров и условий нагружения. Метод исследования основан на применении критерия Свифта—Марциньяка потери устойчивости процесса пластического деформирования. Материал оболочки предполагается изотропным с показательно-степенной диаграммой деформирования. Получены явные аналитические выражения для искомых величин. Результаты позволяют при данных параметрах оболочки и условиях нагружения определять критические давления и критические осевые нагрузки, а также толщины стенок при заданном рабочем давлении.

21.06-01.88 Математическое моделирование условий разрушения тонкостенных цилиндрических оболочек при внешнем давлении и осевом растяжении. Карнета Т.В. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2019. 11, № 4, с. 47-55. Рус.

Рассматриваются условия потери устойчивости при пластическом деформировании тонкостенной цилиндрической оболочки, в том числе трубы большого диаметра, при растягивающих (положительных) осевых напряжениях и сжимающих (отрицательных) кольцевых напряжениях. Цель статьи — вычислить критические деформации, напряжения, давления и осевые нагрузки на оболочку в зависимости от ее параметров и условий нагружения. Метод исследования основан на применении критерия Свифта—Марциньяка потери устойчивости процесса пластического деформирования. Материал оболочки предполагается изотропным с показательно-степенной диаграммой деформирования. Получены явные аналитические выражения для искомых величин. Результаты позволяют при данных параметрах оболочки и условиях нагружения определять критические давления и критические осевые нагрузки, а также толщины стенок при заданном рабочем давлении.

См. также **21.06-01.44, 21.06-01.56, 21.06-01.68, 21.06-01.71**

Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

21.06-01.89 Плоские продольные волны во флюидонасыщенной пористой среде с нелинейной связью между деформациями и перемещениями жидкой фазы. Ерофеев В.И., Леонтьева А.Н. Вычислительная механика сплошных сред. 2021. 14, № 1, с. 5-11. Рус.

Представлена математическая модель, описывающая распространение плоской продольной волны во флюидонасыщенной пористой среде с учетом геометрической нелинейности жидкой компоненты среды. Нелинейная связь между деформациями и перемещениями уточняет классическую теорию Био, в рамках которой рассматривается флюидонасыщенная пористая среда. Построены эволюционные уравнения для смещений скелета среды и жидкости в порах. Показано, что если жидкость

удерживается в порах, то распространение волны описывается уравнением, которое обобщает известное уравнение Бюргера и имеет решение в виде стационарной ударной волны, возникающей в результате взаимной компенсации эффектов нелинейности и диссипации. Определена зависимость ширины фронта ударной волны от вязкости флюида, насыщающего поры, и амплитуды ударной волны. При увеличении коэффициента вязкости профиль волны становится более крутым, то есть ширина фронта волны уменьшается. С ростом амплитуды волны ширины фронта, в зависимости от остальных параметров исходной системы, может как увеличиваться, так и уменьшаться. Относительно параметра вязкости флюида проанализированы предельные случаи полученного обобщенного уравнения Бюргера. Если жидкость беспрепятственно перетекает в порах, то система эволюционных уравнений сводится к одному уравнению простой волны, то есть распространение плоской продольной волны в пористой среде представляется известным уравнением нелинейной волновой динамики — уравнением Римана. Уравнение отвечает нелинейным волнам, для которых характерно укрупнение переднего фронта с последующим опрокидыванием, возникающим в результате нарастания нелинейных эффектов в отсутствие компенсирующих факторов, таких как дисперсия и диссипация.

21.06-01.90 Задача о распространении акустических волн в пористой среде, насыщенной пузырьковой жидкостью. Ситдикова Л.Ф., Гималтдинов И.К. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2021. 13, № 1, с. 59-66. Рус.

В пластовых жидкостях во многих случаях присутствует газ. Например, газожидкостная смесь в пористой среде образуется при кислотных обработках низкопроницаемых зон, при водогазовом воздействии на пласты и т. д. Поэтому представляется актуальным учитывать присутствие пузырьков газа при изучении волновых процессов в пористых средах, насыщенных жидкостью. В настоящей работе теоретически исследуется распространение акустических волн в пористой среде, насыщенной газожидкостной смесью, с учетом межфазных сил взаимодействия между жидкостью и скелетом и теплообмена между газом и жидкостью. Записана общая система уравнений и физических соотношений, описывающая распространение волн в пористой среде, заполненной пузырьковой жидкостью. Получено дисперсионное соотношение, описывающее зависимость комплексного волнового вектора от частоты, на основе которого исследована зависимость фазовой скорости и коэффициента затухания от частоты для «быстрой» и «медленной» волн. Результаты расчетов позволяют оценить влияние пузырьков газа на распространение звуковых волн в пористой среде, насыщенной пузырьковой жидкостью. Кроме этого, результаты работы могут быть использованы при интерпретации данных акустического зондирования пористых сред.

21.06-01.91 Сдвиговые упругие свойства ВТСП керамики в области перехода в сверхпроводящую фазу. Коробов А.И., Кокшайский А.И., Ширгина Н.В., Одина Н.И., Агафонов А.А., Ржевский В.В. Журнал технической физики. 2020. 90, № 6, с. 954-960. Рус.

Приведены результаты исследований сдвиговых упругих свойств высокотемпературной сверхпроводящей (ВТСП) керамики $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ в окрестностях фазового перехода в сверхпроводящее состояние при температуре 91.3 К, а также при комнатной температуре 293 К. В области температуры фазового перехода впервые обнаружено локальное увеличение сдвигового нелинейного акустического параметра N . Проведенные экспериментальные исследования линейных и нелинейных упругих свойств ВТСП керамики $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ в области сверхпроводящего перехода показали, что электронный фазовый переход оказывает существенное влияние на ее упругие свойства. На основе результатов экспериментальных измерений были определены линейные и нелинейные упругие параметры как при комнатной температуре, так и в области температуры фазового перехода. Ключевые слова: скорость ультразвуковых волн, сверхпроводящая керамика, структурная упругая нелинейность, нелинейный сдвиговый упругий параметр.

См. также **21.06-01.50, 21.06-01.55, 21.06-01.58**

Нелинейная акустика

Нелинейные параметры среды

21.06-01.92 Нелинейные акустические эффекты в поликристаллических твердых телах с дислокациями. *Назаров В.Е. Журнал технической физики. 2020. 90, № 12, с. 2085-2097. Рус.*

В рамках модифицированной линейной части дислокационной теории поглощения Гранато-Люкке получено уравнение состояния для поликристаллических твердых тел с дислокационной диссипативной и реактивной акустической нелинейностью. Проведено теоретическое исследование нелинейных эффектов, связанных с влиянием статической нагрузки и мощной низкочастотной стоячей упругой волны в стержневом резонаторе на распространение слабой (пробной) волны, а также эффектов самовоздействия интенсивной бегущей волны и генерации ее третьей гармоники. Ключевые слова: поликристаллы, дислокационная теория поглощения, диссипативная и реактивная нелинейности, упругие волны.

Теория нелинейных акустических волн

21.06-01.93 Точные решения задачи о динамике жидкости со свободной поверхностью, помещенной между двумя сближающимися вертикальными стенками. *Журавлева Е.Н., Зубарев Н.М., Зубарева О.В., Карabut Е.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021. 501, № 1, с. 42-47. Рус.*

Представлены точные решения классической задачи о плоском нестационарном потенциальном течении несжимаемой жидкости со свободной границей. Жидкость занимает полубесконечную полосу, ограниченную свободной границей (сверху) и (с боков) двумя твердыми вертикальными стенками, сближающимися с постоянной скоростью. Решения найдены для ситуации, когда капиллярность и гравитационные силы отсутствуют, а движение жидкости полностью обусловлено движением стенок. В решениях уравнений движения неизбежно возникают сингулярности за конечное время: это время ограничено сверху моментом столкновения стенок. Рассмотрены примеры точных решений, соответствующие формированию пузырей, точек заострения и капель.

21.06-01.94 Гамильтоновское описание нелинейной эволюции волн Стокса в шельфовой зоне океана. *Козырев О.Р., Кривелевич А.С., Куркин А.А. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2000, № 1, с. 6-15. Рус.*

Исследуется динамика отдельного класса пограничных волн — краевых волн Стокса. Для модели с экспоненциальным рельефом дна представлен подробный анализ дисперсионного соотношения и исследована линейная эволюция этих волн. Для модели с произвольным рельефом дна построено гамильтоновское описание рассматриваемой системы, получены укороченные уравнения движения и вычислены первые коэффициенты нелинейного взаимодействия рассматриваемых волн.

21.06-01.95 Поверхностные волны в стратифицированном океане со сдвигом скорости. *Полужина О.Е. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2001, № 2, с. 126-138. Рус.*

Волны в океане, произвольно стратифицированном по плотности и течению, описаны с точностью до второго порядка теории возмущений нелинейным эволюционным уравнением, являющимся расширением уравнения Кортевега—де Вриза. Влияние стратификации и сдвига скорости на параметры поверхностных волн обсуждается на конкретном примере двухслойной жидкости.

21.06-01.96 Анализ средних характеристик параметров распространения длинных внутренних волн в Мировом океане. *Талипова Т.Г., Полужин Н.В. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2001, № 2,*

с. 139-155. Рус.

Нелинейный характер распространения внутренних волн в океане хорошо описывается моделями, основанными на расширенном уравнении Кортевега—де Вриза. Параметры этих моделей, такие как скорость распространения, коэффициенты нелинейности и дисперсии определяются глубиной и стратификацией океана, которые, в свою очередь, изменяются в пространстве, а изменения стратификации носят также сезонный характер. Среднеклиматические величины этих параметров, рассчитанные на основе Атласа Левитуса, дают возможность экспресс-оценок кинематических и нелинейных свойств наблюдаемых внутренних волн и могут использоваться для расчетов по упомянутым моделям.

21.06-01.97 Каноническая теория баротропных волн Россби в параболоиде. *Куркин А.А. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2001, № 2, с. 176-187. Рус.*

Решена задача Гамильтонова описания баротропных волн Россби произвольной амплитуды в тонком слое жидкости с конфигурацией параболоида вращения. Система с такой геометрией представляет интерес в связи с использованием вращающихся параболидальных установок в лабораторных экспериментах по моделированию нелинейных волн и вихрей в геофизике (волны Россби) и в плазме (дрейфовые волны). Найдено преобразование к нормальным каноническим переменным. На этой основе в приближении жесткой крышки получено выражение для матрицы трехволнового взаимодействия и проанализирована устойчивость квазимонохроматических пакетов волн Россби по отношению к эффектам трех- и четырехволнового взаимодействия рассматриваемых волн. Проведены оценки инкрементов развития распадной и модуляционной неустойчивостей при типичных параметрах возбуждаемых волн.

21.06-01.98 Распространение изгибных волн в балке, материал которой накапливает повреждения в процессе эксплуатации. *Брикжель Д.М., Ерофеев В.И., Леонтьева А.В. Вычислительная механика сплошных сред. 2020. 13, № 1, с. 108-116. Рус.*

В линейной и нелинейной постановках сформулирована самосогласованная математическая модель, включающая в себя уравнение изгибных колебаний балки и кинетическое уравнение накопления повреждений в ее материале. Балка считается бесконечной. Такая идеализация допустима, если на ее границах находятся оптимальные демпфирующие устройства, то есть параметры граничного закрепления таковы, что падающие на него возмущения не будут отражаться. Это позволяет рассматривать модель балки без учета граничных условий, а вибрации, распространяющиеся по балке, считать бегущими изгибными волнами. В результате аналитических исследований и численного моделирования, показано, что поврежденность материала приводит к частотно-зависимому затуханию и существенно изменяет характер дисперсии фазовой скорости изгибной упругой волны. Если в классической балке Бернулли—Эйлера у изгибных волн имеется одна дисперсионная ветка при любом значении частоты, то для балки, материал которой накапливает повреждения, во всем частотном диапазоне существует две пары дисперсионных веток, при этом одна пара описывает распространение волны, а другая — ее затухание. В рамках геометрически нелинейной модели поврежденной балки изучается формирование интенсивных изгибных волн стационарного профиля. Показано, что такие существенно нелинейные волны могут быть как периодическими, так и уединенными (локализованными в пространстве). Определены зависимости, связывающие параметры волн (амплитуду, ширину, длину волны) с поврежденностью материала. Выявлено, что с ростом параметра поврежденности материала амплитуды периодической и уединенной волн увеличиваются, в то время как длина периодической волны и ширина уединенной волны уменьшаются.

21.06-01.99 Могут ли внутренние волны погубить подводную лодку? *Степаняню Ю.А. Природа. 2021, № 6,*

с. 54-66. Рус.

21.06-01.100 Волны-убийцы: мифы и реальность. *Смоняев А.В., Пелиновский Е.Н. Природа.* 2021, № 10, с. 10-25. Рус.

21.06-01.101 Структура радиационных сил в вязком жидком слое на упругом полупространстве и создаваемых ими акустических течений. *Жарков Д.А., Гусев В.А. Ученые записки физического ф-та МГУ.* 2021, № 5, с. 2150301. Рус.

Расчитано поле поверхностной акустической волны в системе «слой вязкой жидкости упругая подложка» с учетом сдвиговых компонент в жидкости. На основе дисперсионного уравнения рассчитаны амплитуды поверхностной волны. Рассчитано радиационное давление, возникающее в вязкой жидкости со стороны стоячей поверхностной волны и действующее на элемент ее объема за счет нелинейности уравнений движения, и создаваемое им акустические течения. Показано, что учет вязкости изменяет пространственное распределение радиационного давления. Затухание волны вызывает дополнительную тенденцию к сбору взвешенных частиц в центре системы. Сдвиговые компоненты приводят к значительным градиентам радиационного давления вблизи границы раздела сред. Они играют определяющую роль в формировании упорядоченных ансамблей взвешенных частиц на последнем этапе процесса самоорганизации.

См. также **21.06-01.39, 21.06-01.58, 21.06-01.62, 21.06-01.92**

Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

21.06-01.102 Адаптация метода Куропатенко для расчета ударных волн в эйлеровых координатах. *Беляев П.Е., Макеева И.Р., Пигасов Е.Е., Мастюк Д.А. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование.* 2021. 14, № 1, с. 91-103. Рус.

В настоящее время отсутствует реализация хорошо зарекомендовавшего себя численного метода Куропатенко в эйлеровых координатах. Такая реализация имеет высокий потенциал для решения определенного круга задач. Данная работа посвящена адаптации метода Куропатенко для расчетов ударных волн в эйлеровых координатах. Представлена идея метода, приведены разностные уравнения и вычислительный алгоритм для идеальной среды. Работоспособность предложенного численного метода продемонстрирована на результатах решения задач о распаде произвольного разрыва и о распространении стационарной ударной волны, приведены отклонения газодинамических величин от аналитических решений. Хорошее согласие численных решений с аналитическими подтверждает адекватность построенного алгоритма и метода в целом.

21.06-01.103 Моделирование динамики ударного импульса в трубе с внутренним слоем водной пены. *Болотнова Р.Х., Гайнуллина Э.Ф. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование.* 2021. 14, № 1, с. 119-126. Рус.

Численно исследована динамика сферической ударной волны, инициированной взрывом в центре трубы, содержащей газ и слой водной пены с объемным водосодержанием 0,2, расположенный около внутренней границы трубы. Система модельных уравнений водной пены включает законы сохранения массы, импульса, энергии каждой фазы и уравнение динамики водосодержания пены в однодавленческом, двухскоростном, двухтемпературном приближениях в трехмерной постановке и учитывает силы межфазного сопротивления и межфазный контактный теплообмен. Термодинамические свойства воздуха и воды, составляющих газок капельную смесь, описаны реалистичными уравнениями состояния. Численное решение поставленной задачи реализовано с использованием открытого программного комплекса OpenFOAM. Достоверность расчетов по предлагаемой модели подтверждена их согласованием с литературными экспериментальными данными. Для оценки эффективности

пенной защиты решена аналогичная задача о распространении сферической ударной волны в воздухе при отсутствии пенного слоя. Показано, что наличие пенной преграды снижает скорость и амплитуду ударной волны, защищая стенки трубы от воздействия взрыва.

21.06-01.104 Алгоритмы контроля скорости распространения фронта детонационной волны в методике "ТИМ". *Соколов С.С., Пушкарев А.А., Мотлохов В.Н. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое моделирование физических процессов.* 2021, № 2, с. 44-55. Рус.

Приводится описание трех алгоритмов контроля скорости распространения фронта детонационной волны ВВ, разработанных для неструктурированных многоугольных и многогранных сеток. Первый алгоритм является алгоритмом точного контроля, при котором время детонации для всех ячеек сетки, содержащих ВВ, определяется один раз в начале расчета. Второй — алгоритм пошагового контроля, позволяющий уточнять время прихода детонационной волны в каждую ячейку в процессе расчета по временам ее прихода в ячейки из окружения рассматриваемой. Оба эти алгоритма достаточно экономичны, но имеют определенные ограничения для расчета широкого круга прикладных задач. Третий алгоритм представляет собой развитие алгоритма пошагового контроля. В нем точность расчета времени детонации каждой ячейки с ВВ повышается за счет учета направления движения фронта детонационной волны. В отличие от базового алгоритма, пошагового контроля, в котором время детонации ячейки корректируется исходя из поочередного рассмотрения каждой сдетонировавшей соседней ячейки, здесь время детонации данной ячейки подправляется при рассмотрении соседних между собой ячеек первого слоя ее окружения. Третий алгоритм является универсальным и применим для проведения расчетов с контролем детонации ВВ в областях со сложными формами и геометриями, но является более затратным по вычислениям, чем два первых. Для демонстрации применимости алгоритмов приведены результаты расчетов нескольких методических задач по распространению детонационной волны в ВВ по методикам ТИМ и ТИМ-2D, предназначенным для расчета задач механики сплошной среды на неструктурированных многогранных и многоугольных сетках с произвольным количеством связей в узлах.

21.06-01.105 Нелинейные акустические эффекты в поликристаллических твердых телах с частотно-зависимым насыщением гистерезисных потерь. *Назаров В.Е., Кияшко С.Б. Известия вузов. Радиофизика.* 2021. 64, № 5, с. 366-372. Рус.

На основе модификации модели квазистатического гистерезиса Давиденкова предложено динамическое уравнение состояния поликристаллических твердых тел с частотно-зависимым насыщением эффектов амплитудно-зависимого внутреннего трения. Методом возмущений исследовано нелинейное распространение первоначально гармонических продольных упругих волн в стержнях из таких материалов. Проведен численный и графический анализ полученных решений и выявлены амплитудно-частотные зависимости нелинейных акустических эффектов.

21.06-01.106 Особенности восприимчивости пограничного слоя к акустическим возмущениям при наличии ударных волн и волн разрежения. *Пальчиковская Н.В. Учен. зап. ЦАГИ.* 2021. 52, № 2, с. 45-53. Рус.

Численно исследована восприимчивость пограничного слоя на плоской пластине к акустическим возмущениям в набегающем сверхзвуковом потоке газа. Рассмотрены углы атаки, при которых в поле течения формируются как ударные волны, так и параметры колебаний конструкции самолета при бафтинге и веер волн разрежения. Изучены особенности возбуждения неустойчивых мод в пограничном слое под влиянием внешних возмущений.

21.06-01.107 Эволюция ударного импульса в гетерогенной упругопластической среде. *Краус А.Е., Краус Е.И., Шабалин И.И., Бузюркин А.Е. Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 3, с. 147-157. Рус.

Численно исследован процесс распространения короткого импульса сжатия в гетерогенных мишенях, содержащих кера-

мические включения различного размера. Рассмотрен случай гетерогенной среды с включениями макроскопического размера. Показано, что во всех мишенях начальная форма ударного импульса в процессе распространения эволюционирует в форму, соответствующую упругому напряженно-деформированному состоянию, в котором его амплитуда и длина не зависят от пройденного расстояния. Обнаружено, что для гетерогенных материалов с включениями большого размера скорость уменьшения амплитуды импульса больше, чем для гетерогенных материалов с включениями малых размеров.

21.06-01.108 Модель полиморфного превращения вещества в ударной волне. 3. Нитрид бора. Кичеловский С.А. Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 4, с. 22-33. Рус.

На примере нитрида бора продолжено исследование модели, связывающей полиморфное превращение кристаллического вещества при ударно-волновой нагрузке с изменением его упругой энергии. Полученные результаты показывают, что модель достоверно описывает мартенситный фазовый переход в нитриде бора при воздействии ударной волны. Установлено, что на ударной адиабате нитрида бора независимо от его структуры при скорости ударной волны $D \approx 6,2$ км/с имеется излом, природа которого пока не ясна.

21.06-01.109 О столкновении ударника с мембраной. Черепанов Г.П. Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 5, с. 108-113. Рус.

Исследуется задача о столкновении ударника с мембраной при следующих предположениях: броня представляет собой мембрану с нулевой жесткостью на изгиб и большим модулем Юнга при растяжении; передняя часть ударника имеет форму параболоида; соударение ударника с мембраной рассматривается в квазистатической постановке; разрыв мембраны происходит при некотором предельном натяжении поверхности в вершине параболоида. Установлено, что броня является безопасной, если кинетическая энергия ударника не превышает некоторого максимального значения для этой брони, определенного теоретически или экспериментально.

См. также **21.06-01.92, 21.06-01.98**

Нелинейная акустика твердых тел

21.06-01.110 Деформирование и разрушение слоистых армированных углепластиком бетонных конструкций при ударно-волновом нагружении. Белов Н.Н., Пляскин А.С., Югов Н.Т., Потеев А.И., Клопотов А.А., Югов А.А., Усеинов Э.С., Буньков В.Е. Известия вузов. Физика. 2021. 64, № 10, с. 173-178. Рус.

Исследованы процессы деформирования и разрушения слоистых конструкций армированных углепластиком с лицевой и тыльной сторон бетонных плит в условиях ударно-волнового нагружения. Предложена модель, описывающая в рамках механики сплошной среды данные процессы. В диапазоне скоростей встречи 1000–1500 м/с изучено влияние лицевого и тыльного слоев армирования углепластиком преград из мелкозернистого бетона на процесс пробития стальным индентором. Установлено, что для пробития преграды из мелкозернистого бетона, армированной углепластиком с лицевой и тыльной поверхностей, необходимо затратить энергии больше на 120% по сравнению с пробитием неармированной преграды.

21.06-01.111 Волновые эффекты корреляции эле-

ментарных деформационных актов при высокотемпературном нагружении алюминия и его сплавов. Плотников В.А., Макаров С.В. Журнал технической физики. 2020. 90, № 4, с. 660-664. Рус.

Проведены эксперименты по деформированию алюминия и его сплавов в условиях механического нагружения и высоких температур. Установлено, что накопление деформации в этих условиях протекает как монотонный и скачкообразный процесс, сопровождающийся монотонной и импульсной акустической эмиссией. Установлено, что основной вклад в накопление деформации вносят деформационные скачки, сопровождающиеся не только акустической эмиссией, но и осцилляцией механического напряжения. Осцилляция механического напряжения свидетельствует о быстротекущих процессах упрочнения и разупрочнения металлических материалов. Спектральный анализ потока сигналов акустической эмиссии свидетельствует, что в ходе накопления деформации деформируемый объем представляет собой естественный резонатор, на котором осуществляется преобразование первичных сигналов акустической эмиссии в низкочастотный спектр стоячих акустических волн, осуществляющих корреляцию элементарных деформационных актов в макроскопическом масштабе, где масштаб корреляции определяется длиной стоячей волны. Ключевые слова: деформационные скачки, акустическая эмиссия, стоячие акустические волны.

См. также **21.06-01.98, 21.06-01.105, 21.06-01.107**

Акустические течения и радиационное давление

См. **21.06-01.101**

Методы измерений и инструменты нелинейной акустики

21.06-01.112 Структура течения и колебания давления при взаимодействии сверхзвуковой недорасширенной струи газа с трубной полостью. Волков К.Н., Емельянов В.Н., Ефремов А.В., Цветков А.И. Журнал технической физики. 2020. 90, № 8, с. 1254-1266. Рус.

Сверхзвуковые струи широко используются в устройствах, построенных на явлении автоколебательного процесса, возникающего при взаимодействии газового потока с трубными полостями (газоструйные излучатели звука). Рассмотрены механизмы поддержания незатухающих пульсаций давления и определение поля течения в трубной полости при взаимодействии с ней сверхзвуковой недорасширенной струи. Обсуждена физическая картина течения в полости газоструйного излучателя, показано существование нечетных продольных мод, и предложены волновые диаграммы для описания течения в нечетных продольных модах. Волновые диаграммы построены на основе анализа сигналов пьезодатчиков, регистрирующих пульсации давления в трубной полости. Расчет параметров потока в трубной полости в продольных модах проведены на основе диаграммы скорости потока – скорость звука. Ключевые слова: сверхзвуковая струя, газоструйный генератор, автоколебательный процесс, аэроакустический эффект.

Нелинейная акустика структурно неоднородных сред

См. **21.06-01.42**

Физическая акустика

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

21.06-01.113 Влияние вторичного вскипания на ди-

намикю струи, формирующейся при коллапсе парового пузырька, индуцированного лазерным нагревом жидкости. Чернов А.А., Гузев А., Пильник А.А., Адамова Т.П., Левин А.А., Чудновский В.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021. 501,

№ 1, с. 54-58. Рус.

Экспериментально исследован одиночный акт вскипания недогретой до температуры насыщения жидкости при воздействии на нее непрерывного лазерного излучения, передаваемого в рабочий объем посредством тонкого оптоволокна. Показано, что образованный вблизи торца оптоволокна паровой пузырек при схлопывании формирует горячую кумулятивную струю, вокруг которой наблюдается явление вторичного вскипания. Образующееся вокруг струи вторичное паровое включение имеет протяженную форму, движется и эволюционирует вместе с ней. Продемонстрировано существенное влияние данного включения на динамику распространения струи.

21.06-01.114 Распространение акустических волн в теплой воде с парогазовыми пузырьками. Агишева У.О., Галимзянов М.Н. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование.* 2020. 13, № 1, с. 28-38. Рус.

Проблемы распространения волн в пузырьковых средах представляют большой интерес для исследователей на протяжении почти полувека в связи с широким распространением этих систем в природе и их интенсивным использованием в современных технологиях. Из литературы известно, что интенсивность затухания звуковых возмущений в рассматриваемых газожидкостных средах в основном определяется теплофизическими характеристиками газа, находящегося в пузырьках. Оказывается, что эти эффекты значительно усиливаются с ростом концентрации пара, обусловленного повышением температуры системы. В работе рассмотрено в плоскоодномерном и односкоростном приближении распространение малых возмущений в жидкости с пузырьками, заполненными паром и не растворимым в жидкой фазе газом. Для учета межфазного теплообмена использовались уравнения теплопроводности и диффузии внутри пузырька и уравнение теплопроводности в жидкости вокруг пузырька. Из условия существования решения в виде затухающей бегущей волны с учетом эффектов акустической разгрузки пузырьков выписано дисперсионное уравнение, проведены численные расчеты для воды с парогазовыми пузырьками. Исследованы особенности отражения гармонических волн от границы раздела "чистой" жидкости и жидкости с парогазовыми пузырьками. Проведен численный анализ влияния начального объем-газосодержания α_{g0} с двумя начальными размерами пузырьков $a_0=10^{-6}$ м и 10^{-3} м. Изучено влияние частот возмущений и температуры среды на коэффициент затухания акустической волны.

21.06-01.115 К теории локального зондирования трещин, образовавшихся при гидроразрыве пласта, с использованием импульсных волн давления. Шагапов В.Ш., Галиакбарова Э.В., Хакимова З.Р. *Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 4, с. 46-56. Рус.

Исследована динамика импульсного сигнала, распространяющегося в кольцевом зазоре между диагностирующим зондом и открытой скважиной, окруженной низкопроницаемым пластом, подвергаемым гидроразрыву. Трещины расположены вдоль скважины, скважина и трещиновато-пористая среда заполнены одной и той же акустически сжимаемой жидкостью. Задача решается численно методом быстрого преобразования Фурье. Получены дисперсионные уравнения, описывающие распространение затухающих бегущих волн в зазоре с учетом фильтрации жидкости через продольные трещины. Проведен анализ влияния фильтрационных характеристик пласта, трещин гидроразрыва пласта и ширины зазора между корпусом зонда и стенкой скважины на фазовую скорость и коэффициент затухания, а также на эволюцию импульсных сигналов.

См. также 21.06-01.49, 21.06-01.64

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

21.06-01.116 Механика сплошных сред. Молекулярная акустика. Бажанов А.И., Кочетков Н.Ю., Сперан-

ский А.А. *Двигатель.* 2019, № 4, с. 38-41. Рус.

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

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

21.06-01.117 Математическая модель акустических характеристик пенополиуретана, применяемого для звукопоглощения в ракетно-космической технике. Кузнецов А.В., Иголкин А.А., Сафин А.И., Пантюшин А.О. *Вестник Самарского ун-та. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение.* 2021. 19, № 3, с. 53-62. Рус.

При решении задачи снижения акустической нагрузки на космический аппарат при старте и полёте ракеты-носителя проводится конечно-элементное моделирование акустических процессов под головным обтекателем. Для успешного решения этой задачи необходима математическая модель акустических характеристик материала, применяемого для увеличения звукоизоляции. Существующие математические модели акустических характеристик материалов не подходят для рассматриваемого материала, который может применяться в ракетно-космической технике для увеличения звукоизоляции сборочно-защитного блока. Для получения коэффициента звукопоглощения материала используется метод измерения в импедансной трубе с двумя микрофонами. С помощью метода дифференциальной эволюции подбираются коэффициенты математической модели акустических характеристик типа Делани—Бэзли для указанного материала. Проведено сравнение коэффициента звукопоглощения, полученного экспериментальным путём и вычисленного с помощью полученной модели, и показана средняя и максимальная величина ошибки. Полученная модель позволит проводить конечно-элементное моделирование акустических и виброакустических процессов под головным обтекателем с учётом расположения звукопоглощающего материала.

См. также 21.06-01.91

Акустическая кавитация, сонолюминесценция

См. 21.06-01.113

Плазменная акустика

21.06-01.118 Возбуждение звуковой волны электромагнитной волной высокой энергии и ее распространение в слабоионизированной плазме. Митяков С.Н. *Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2001, № 2, с. 197-203. Рус.

Рассматривается распространение звуковых волн в ионосферной плазме. Исследуются решения волнового уравнения для различных источников звука, возбуждаемого в нижней ионосфере с помощью мощного высокочастотного электромагнитного излучения. Получены оценки амплитуды давления звука, принимаемого на Земле.

21.06-01.119 Акустоплазменный синтез наночастиц оксидов металлов и создание наноструктурных покрытий на поверхности материалов с использованием ультразвука. Булычев Н.А., Муравьев Э.Н., Чернов А.А., Казарян М.А. *Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2013, № 1, с. 80-87. Рус.

Показано, что возникающая в жидкости в интенсивном ультразвуковом поле выше порога кавитации новая форма плазменного разряда, характеризующаяся объемным свечением во всем пространстве между электродами и возрастающей вольт —

амперной характеристикой, может быть эффективно использована для инициирования различных физических и химических процессов. В таком акустоплазменном разряде были синтезированы наночастицы оксидов различных металлов — алюминия, меди, олова, железа, титана, индия, молибдена и др. с контролируемой формой и размером частиц и узким распределением по размерам. Полученные наночастицы были использованы для нанесения покрытий на поверхности различных материалов, в т.ч. стекла и полимеров — поликарбонатов, полиакрилатов и др., используемых для создания многослойных стекол. Ключевые слова: плазма, ультразвук, кавитация, плазмохимические реакции, покрытия, ультразвуковые колебания, наноструктурированные покрытия.

21.06-01.120 Применение акустоплазменного разряда в жидких средах для синтеза водорода. Булычев Н.А., Муравьев Э.Н., Чернов А.А., Казарян М.А. *Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова*. 2013, № 2, с. 27-30. Рус.

Показано, что инициируемая в жидкофазных средах в разрядном промежутке между электродами низкотемпературная плазма способна эффективно разлагать водородсодержащие молекулы органических соединений с образованием газообразных продуктов, в которых доля водорода составляет более 90% (по данным газовой хроматографии). Предварительные оценки энергетического КПД, рассчитанного с учетом теплоты сгорания водорода и исходных веществ, а также затрат электроэнергии показали уровень КПД порядка 60—70% в зависимости от состава исходной смеси. Были проведены также теоретические расчеты напряжения и тока разряда при моделировании процесса, которые согласуются с данными эксперимента. Ключевые слова: Плазма, ультразвуковая кавитация, водород.

21.06-01.121 Синтез бактерицидных наночастиц в акустоплазменном разряде и создание антибактериальных текстильных материалов. Булычев Н.А., Муравьев Э.Н., Чернов А.А., Казарян М.А. *Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова*. 2013, № 2, с. 94-99. Рус.

Показано, что возникающая в жидкости в интенсивном ультразвуковом поле выше порога кавитации новая форма плазменного разряда, характеризующаяся объемным свечением во всем пространстве между электродами и возрастающей вольт — амперной характеристикой, может быть эффективно использована для инициирования различных физических и химических процессов. В таком акустоплазменном разряде были синтезированы наночастицы оксидов различных металлов — алюминия, меди, олова, железа, титана, индия, цинка, молибдена и др. с контролируемой формой и размером частиц и узким распределением по размерам. Полученные наночастицы оксида цинка, обладающие бактерицидными свойствами были использованы для нанесения на поверхность текстильных материалов для придания им бактерицидных свойств. Ключевые слова: плазма, ультразвуковая кавитация, наночастицы, бактерицидные текстильные материалы.

21.06-01.122 Оптимальное управление решениями начально-конечной задачи для модели линейных волн в плазме. Optimal control of solutions to the initial-final problem for the model of linear waves in a plasma. Zamyshlyayeva A.A., Tsyplenkova O.N. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика*. 2019. 11, № 4, с. 26-31. Англ.

Исследована задача оптимального управления для уравнения соболевского типа высокого порядка с относительно полиномиально ограниченными пучком операторов. Результаты применены к исследованию оптимального управления решениями начально-конечной задачи для модели линейных волн в плазме. Первые результаты по уравнению, которое описывает линейные ионно-звуковые волны в немагнитной плазме, и изучению некоторых свойств этих волн были получены Ю.Д. Плетнером. Начально-конечные условия, поставленные для уравнения соболевского типа четвертого порядка, являются обобщением условий в задаче Коши, которые неразрешимы при произвольных начальных значениях. Работа основывается на методе фазового пространства, разработанного Г.А. Свиридюком,

и теории относительно полиномиально ограниченных пучков операторов, разработанной А.А. Замышляевой. В статье рассмотрено уравнение, которое описывает ионно-звуковые волны в плазме во внешнем магнитном поле.

Акустика вязкоупругих материалов

См. 21.06-01.71

Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

21.06-01.123 Влияние поврежденности материала на распространение волны Релея вдоль границы полупространства. Антонов А.М., Ерофеев В.И., Леонтьева А.В. *Вычислительная механика сплошных сред*. 2019. 12, № 3, с. 293-300. Рус.

В настоящее время интенсивно развивается механика поврежденных сред, изучающая как напряженно-деформированное состояние самой среды, так и накопление повреждений ее материалом. В публикуемой работе для изотропного упругого полупространства при наличии поврежденности материала сформулирована самосогласованная задача, включающая динамическое уравнение теории упругости и кинетическое уравнение накопления повреждений в материале. Считается, что повреждения в среде распределены равномерно. Исследуется распространение поверхностной волны вдоль свободной границы поврежденного полупространства. Волна движется горизонтально и затухает в вертикальном направлении. Полагается, что вдоль третьей оси все процессы однородны. Показано, что в этом случае самосогласованная система с граничными условиями, выражающими отсутствие напряжений на границе полупространства, сводится к комплексному дисперсионному уравнению. В предельном случае, когда поврежденность в материале отсутствует, полученное дисперсионное уравнение сводится к классическому дисперсионному уравнению для волны Релея в полиномиальной форме, при этом поверхностная волна распространяется вдоль границы полупространства без дисперсии и затухания. Если в среде присутствует поврежденность, то поверхностная волна затухает в направлении продвижения, а низкочастотные возмущения обладают частотно-зависимой диссипацией и дисперсией. Отмечено, что дисперсия имеет аномальный характер. Установлено, что в области высоких частот с уменьшением значения коэффициента поврежденности значение фазовой скорости растет, а групповой — падает. На низких частотах обе скорости увеличиваются при снижении коэффициента поврежденности.

21.06-01.124 Оценки влияния частотной дисперсии на характеристики взаимодействия уединенных волн с плоским береговым склоном. Гусев О.И., Хакимзянов Г.С., Чубаров Л.Б., Дутых Д. *Прикладная механика и техническая физика*. 2021. 62, № 4, с. 114-123. Рус.

Приведены результаты исследования влияния дисперсии на высоту наката и характеристики отраженных от берегового склона поверхностных волн. Расчеты выполнены в рамках нелинейных дисперсионной и бездисперсионной моделей мелкой воды с использованием предложенных граничных условий на подвижной линии уреза. На примере задачи с параметрами, близкими к характеристикам одной из камчатских бухт, показано, что при накате уединенных волн на плоские береговые склоны максимальные значения заплесков и амплитуд отраженных волн при использовании бездисперсионной модели завышаются на 10—20%.

См. также 21.06-01.46, 21.06-01.56

Акустоэлектроника

21.06-01.125 Сравнительный анализ электроакустических характеристик компактных низкочастотных гидроакустических излучателей высокой удельной мощности. Бритенков А.К., Фарфель В.А., Боголюбов Б.Н. *Прикладная физика*. 2021, № 3, с. 72-77. Рус.

Анализируются характерные особенности и принципиаль-

ные различия электроакустических характеристик и импедансных спектров компактных низкочастотных гидроакустических пьезоэлектрических излучателей высокой удельной мощности продольно-изгибного, встречно-поршневого и инерционно-изгибного типов. Анализ и сопоставление электроакустических характеристик преобразователей разных типов позволяет определить направление конструкторского поиска и варианты технических решений для преодоления противоречий между компактными размерами, шириной полосы, чувствительностью, низкой резонансной частотой и КПД гидроакустического излучателя. Приведены примеры использования рассмотренных типов преобразователей для разных классов задач гидроакустики.

21.06-01.126 Гелий-графеновый оптико-акустический преобразователь предельной чувствительности. *Губин И.С., Котляр П.Е. Прикладная физика.* 2021, № 3, с. 78-84. Рус.

Рассмотрены перспективы применения однослойного графена при конструировании оптико-акустических преобразователей (ОАП) нового поколения. Показано, что предельные характеристики преобразователей с мембранами из однослойного графена могут быть получены только в ОАП, построенных по схеме Хейса. Рассмотрены основные характеристики мембран — основных элементов ОАП, проанализированы физические свойства графена, как наиболее предпочтительного материала для мембран. Проведены оценки, показывающие, что применение мембран из SLG-графенов позволяет создавать приемники ИК- и ТГц-излучения с ячейками порядка десятков микрон, имеющими предельно высокую чувствительность. Для достижения предельной чувствительности предложено выполнение краевой перфорации графеновых мембран. Предложена новая конструктивная схема неохлаждаемых гелий-графеновых оптико-акустических приемников, обладающих теоретически предельными чувствительностью и быстродействием и расширенным до гелиевых температур рабочим диапазоном. Изложенные технические решения могут быть положены в основу конструирования неохлаждаемых мегапиксельных матричных ОАП для регистрации ИК- и ТГц-изображений.

21.06-01.127 Построение оптоакустического изображения биологических тканей на основе алгоритма для графического процессора. *Кравчук Д.А. Прикладная физика.* 2021, № 5, с. 106-109. Рус.

Использование оптического контраста между различными частями крови, позволяет использовать оптоакустический метод для визуализации распределения частиц крови (эритроцитов, с учетом кислородонасыщения), доставки лекарственных препаратов в органы по кровеносным сосудам. Разработан алгоритм вычисления ультразвукового поля, полученного в результате оптоакустического взаимодействия, для ускорения расчетов на плате GPU. Предложена архитектура быстрого восстановления оптоакустического сигнала на основе программирования графического процессора (GPU). Используемый алгоритм в сочетании с методом предварительной миграции обеспечивает улучшение разрешения и резкости оптоакустического изображения моделируемых биологических тканей. Благодаря усовершенствованной вычислительной архитектуре на графическом процессоре (GPU) время затратный процесс вычислений на главном процессоре (CPU) ускоряется с большой вычислительной эффективностью.

21.06-01.128 Акустооптический спектроанализатор на бесселевых световых пучках. *Кулак Г.В., Ропот П.И., Вестугин А.Р., Шакин О.В. Пробл. физ., мат. и техн.* 2021, № 1, с. 19-23. Рус.

Теоретически исследованы особенности неколлинеарной акустооптической дифракции квазибездифракционных бесселевых световых пучков в одноосных кристаллах для создания спектроанализаторов радиочастотных сигналов. Найдено выражение для эффективности дифракции в зависимости от параметров взаимодействующих бесселевых пучков o - и e -типа, а также от значений интегралов перекрытия и частотной расстройки брэгговского синхронизма. Показано, что в условиях отсутствия точного поперечного фазового синхронизма дифрагированных бесселевых световых пучков частотное разрешение

акустооптического спектроанализатора составляет $\sim 3,5$ кГц.

21.06-01.129 Об усовершенствовании математической модели электроакустического преобразователя при условии тонкого двойного слоя в пористой структуре тела преобразователя. *Дмитриев С.П., Курочкин В.Е., Шарфарец В.П. Науч. приборостр.* 2021. 31, № 2, с. 44-51. Рус.

В приближении тонкого двойного слоя получены простые зависимости акустических полей, возбуждаемых в электрокинетическом электроакустическом преобразователе, от величины скорости осмотического движения Гельмгольца—Смолуховского. Из зависимостей следует, что в отсутствие портер, когда еще не сказывается нелинейность уравнения движения жидкости и отсутствует турбулентный режим движения жидкости, в теле преобразователя величины амплитуд акустической скорости и давления линейно зависят от величины скорости Гельмгольца—Смолуховского электроосмотического движения.

21.06-01.130 Анализ распространения свч волн лэмба в пьезоэлектрической слоистой структуре на основе алмаза. *Квашинин Г.М., Сорокин Б.П., Бурков С.И. Акустический журнал.* 2021. 67, № 6, с. 595-602. Рус.

Выполнено 1D и 2D моделирование возбуждения и распространения волн Лэмба в пьезоэлектрических слоистых структурах “Al/AlN/(100) алмаз” и “Al-VIII/AlN/(100) алмаз” (с конфигурацией ПАВ-резонатора) соответственно. Рассчитано распределение упругих смещений в волнах Лэмба различных порядков, идентифицированы типы мод и исследованы дисперсионные зависимости фазовых скоростей, включая возбуждение на сверхвысоких частотах. Значения фазовых скоростей, вычисленные из 1D и 2D моделей, находятся в хорошем соответствии с найденными из эксперимента. Показано, что выше частоты синхронизма VIII в этих структурах возникают резонансы, связанные с возбуждением волн Лэмба в подложке. Добротность этих резонансов гораздо выше, чем у резонансов на поверхностных акустических волнах, что подтверждено экспериментальными данными. Рассчитанные из 2D модели амплитудно-частотные характеристики и частотные зависимости добротности находятся в хорошем соответствии с экспериментом.

21.06-01.131 Акустоэлектрический преобразователь на основе электрокинетического явления потенциал течения. *Шарфарец В.П., Дмитриев С.П., Курочкин В.Е., Легуша Ф.Ф. Письма в Журнал технической физики.* 2021. 47, № 24, с. 24-26. Рус.

Предложена математическая модель акустоэлектрического преобразователя, основанного на использовании электрокинетического явления потенциал течения. Теоретически показано, что потенциал течения растет пропорционально величине напряженности постоянного электрического поля накачки, что подтверждено экспериментально. Описываемый преобразователь обладает переменной чувствительностью. Экспериментально получены достаточно большие значения чувствительности электрокинетического микрофона. Полученные результаты могут быть использованы при конструировании акустоэлектрических преобразователей. Ключевые слова: акустоэлектрическое преобразование, электрокинетические явления, потенциал течения, гидродинамика потенциала течения, накачка энергии, чувствительность электрокинетического микрофона.

См. также 21.06-01.1, 21.06-01.37

Магнитоакустический эффект, осцилляции и резонанс

21.06-01.132 Модуляция магнитоупругой связи при ферромагнитном резонансе в пленках ферритгранатов. *Полуляк С.Н., Бержанский В.Н., Семук Е.Ю., Белотелов В.И., Ветошко П.М., Попов В.В., Шапошников А.Н., Чернов А.И. Журнал технической физики.* 2021. 91, № 7, с. 1124-1131. Рус.

Исследован низкополевой ферромагнитный резонанс в эпитаксиальных пленках ферритов-гранатов различного состава с

анизотропией "легкая плоскость". В спектрах ферромагнитного резонанса, полученных путем частотной развертки, для ряда образцов обнаружена модуляция интенсивности спектральной линии набором узких, шириной порядка 100 kHz, равноотстоящих друг от друга по частоте линий. Частотный интервал между линиями согласуется с резонансом стоячих мод поперечных упругих колебаний по толщине структуры пленка-подложка для образцов разной толщины. Глубина модуляции уменьшается с увеличением частоты, что обусловлено зависимостью магнитоупругой связи от частоты моды упругих колебаний. Для одних образцов глубина модуляции уменьшается монотонно, а других — осциллируя, что связано с сильным и слабым поверхностным закреплением спинов соответственно. Обсуждены влияние интерфейса пленка-подложка и гибридизация упругих и спиновых мод колебаний в условиях магнитоакустического резонанса. Ключевые слова: ферромагнитный резонанс, магнитоупругие взаимодействия, эпитаксиальные пленки феррит-гранатов.

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

21.06-01.133 О влиянии релаксационных процессов на термоакустику материалов. *Морозов Н.Ф., Индейцев Д.А., Муратиков К.Л., Семёнов Б.Н., Вавилов Д.С., Кудрявцев А.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 48-52. Рус.

Показано, что присутствие дефектов в материале при определенной длительности теплового воздействия приводит к необходимости учета зависимости коэффициента линейного теплового расширения от их подвижности, которая определяет его операторный вид. На примере динамической задачи термоупругости, где в качестве дефекта выступает инерционное включение, показано изменение термоакустического сигнала, вызванного его наличием. Построена передаточная функция данного оператора, поведение которой согласуется с результатами эксперимента.

21.06-01.134 Влияние температурной зависимости оптических величин на характеристики второй гармоники нелинейного фотоакустического сигнала твёрдых тел с объёмным поглощением луча. *Салихов Т.Х., Мадвалиев У., Шарифов Д.М., Туйчиев Х.Ш. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2011, № 3, с. 63-71. Рус.

Вычислен вклад температурной зависимости поглощательной способности образца на характеристики второй гармоники (ВГ) фотоакустического (ФА) сигнала. Найдены необходимые выражение для акустического колебания давления на второй гармонике при объёмном поглощении луча. Анализ полученных результатов проведён для случая термически тонких и термически толстых образцов.

21.06-01.135 Тепловая нелинейность в оптоакустике (обзор). Часть I. Тепловая нелинейность в оптоакустическом спектре воды. *Салихов Т.Х. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2011, № 4, с. 79-85. Рус.

Приведена классификация возможных вариантов проявления ТН в ОА и ФА-экспериментах. Выполнен анализ существующих экспериментальных и теоретических работ по влиянию ТН на характеристики ОА- сигнала воды и эффективность его генерации.

21.06-01.136 Тепловая нелинейность в оптоакустике (обзор). Часть III. Тепловая нелинейность в фотоакустике твёрдых тел. *Салихов Т.Х. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук.* 2012, № 2, с. 29-40. Рус.

Выполнен анализ экспериментальных и теоретических работ по генерации нелинейного ФА-сигнала при микрофонной регистрации сигнала. Выявлено, что характеристики нелинейно-

го ФА-сигнала определяются через теплофизические и оптические величины и температурные коэффициенты этих величин.

21.06-01.137 Моделирование акустооптических дефлекторов для сканирующих приемных трактов радиолокационных систем. *Аршакян А.А., Макаревич Е.А., Овчинников А.В. Журнал радиоэлектроники.* 2021, № 8, с. 18. Рус.

Предложена методика электродинамического моделирования электродных систем дефлекторов оптоэлектронных спектроанализаторов приемных трактов радиолокационных систем, позволяющая произвести анализ характеристик согласования и настройку на уровне модели электродной структуры, что способствует снижению трудоемкости их изготовления и настройки.

21.06-01.138 К теории лазерной генерации упругих волн в ферромагнитных металлах при температуре магнитного фазового перехода. *Гуревич С.Ю., Шульгинюв А.А. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика.* 2021. 13, № 3, с. 69-78. Рус.

Лазерная генерация ультразвука нашла широкое применение в современных технологиях: для контроля качества композиционных материалов, для выявления расслоений клеевых соединений, внутренних и поверхностных дефектов, а также качества поверхности изделия в процессе производства. Для возбуждения волн в металлах обычно используют импульсный лазер. В металлургии, а также в перспективных 3D-технологиях, необходимо контролировать изделия при высоких (800°C и более) температурах. Для проектирования ультразвуковых контролируемых устройств, содержащих генератор импульсного лазерного излучения в качестве источника ультразвука, необходимо теоретическое исследование процесса лазерной генерации ультразвука в ферромагнитных металлах при температуре магнитного фазового перехода, т. е. передел горячего металла осуществляется, как правило, именно при этой температуре 768°C для железа и сплавов на его основе. Из результатов экспериментальных работ следует, что температурная зависимость нормированной амплитуды акустического импульса в железе имеет экстремальный характер в районе магнитного фазового перехода, т. е. в районе точки Кюри. В работе поставлена цель исследовать процесс лазерной генерации ультразвука в ферромагнитном металле при условии нелинейной зависимости коэффициента объёмного расширения от температуры. Решена задача термоупругого возбуждения продольных и поперечных волн в ферромагнитном металле лазерным импульсом при температуре магнитного фазового перехода. Получены диаграммы направленности продольных и поперечных волн при воздействии на ферромагнитный металл лазерных импульсов различного диаметра. Даны рекомендации для эффективного использования лазерной генерации ультразвука в дефектоскопии и толщинометрии.

21.06-01.139 Акустооптическая вейвлет-обработка биоэлектрических сигналов. *Зайченко К.В., Гуревич Б.С. Письма в Журнал технической физики.* 2021. 48, № 1, с. 36-38. Рус.

Одним из эффективных методов исследования характеристик информационных сигналов является их вейвлет-анализ. Впервые показана возможность вейвлет-обработки информационных сигналов на акустооптическом процессоре с временным интегрированием. Обоснована реализация на таком процессоре как вычисления спектра мощности, так и осуществления вейвлет-преобразования биоэлектрических сигналов в реальном масштабе времени. Приведен анализ, описывающий его работу в различных режимах. Ключевые слова: вейвлет-анализ, биоэлектрические сигналы, акустооптические процессоры, временное интегрирование.

21.06-01.140 Акустооптическая многолучевая аксиальная дифракция в парателлурите. *Антонов С.Н., Резвов Ю.Г., Подольский В.А., Сивкова О.Д. Письма в Журнал технической физики.* 2021. 48, № 1, с. 43-46. Рус.

Для формирования многолучевой диаграммы направленности предложено использовать аксиальную геометрию акустооптического взаимодействия в парателлурите. В одночастотном

режиме использование такой геометрии для углового сканирования характеризуется провалом на частотной характеристике. Оптимизация многочастотного радиосигнала позволяет эффективно делить лазерное излучение на несколько лучей при сохранении принципиальных достоинств аксиальной геометрии: минимальных размеров кристалла и энергопотребления. Ключевые слова: акустооптическая дифракция, акустооптический дефлектор, аксиальная геометрия, многочастотный режим.

21.06-01.141 Гибридный металлополимер как потенциальная активная среда оптоакустического генератора. *Гиршова Е.И., Микитчук Е.П., Белоновский А.В., Морозов К.М. Письма в Журнал технической физики.* 2021. 48, № 3, с. 36-39. Рус.

Исследован гибридный материал, состоящий из полидиметилсилоксана и распределенных по всему его объему наночастиц серебра, рассчитаны его оптические и термодинамические характеристики для разных объемных долей содержания серебра. Теоретически показано, что данный материал при объемной доле серебра около 30% может быть использован в качестве активной среды оптоакустического преобразователя с рабочим диапазоном частот порядка 10 МГц. Ключевые слова: гибридный материал, ультразвуковой генератор, таммовский плазмон, полидиметилсилоксан.

См. также **21.06-01.1**

Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

21.06-01.142 Предкритическая термоакустика в гелии. *Кешишев К.О., Марченко В.И., Подольск Е.Р. Ж.*

эксперим. и теор. физ. 2021. 160, № 6, с. 922-927. Рус.

Исследована эволюция основной моды акустических колебаний в резонаторе, заполненном газообразным гелием, при погружении его в транспортный дьюар. Обнаружено критическое поведение параметра затухания при приближении к уровню, ниже которого возникает термоакустическая неустойчивость.

См. также **21.06-01.133**

Химические процессы и фазовые переходы при воздействии ультразвука

См. **21.06-01.116**

Ультразвук в неразрушающем контроле, промышленных технологиях и изделиях

21.06-01.143 Компьютерное моделирование ультразвуковой агломерации субмикронных частиц с учетом вихревого движения несущей среды. *Хмелев В.Н., Голья Р.Н., Нестеров В.А., Боченков А.С., Шалунов А.В. Южно-Сибирский научный вестник.* 2021, № 5, с. 165-170. Рус.

Представлены результаты численного эксперимента, показывающие, что акустические потоки, формирующиеся в резонансном газовом промежутке, обеспечивают повышение эффективности агломерации субмикронных частиц не менее 4 раз. Разработана численная модель процесса ультразвуковой агломерации, впервые учитывающая вихревое движение взвешенных частиц в акустических потоках.

См. также **21.06-01.76**

Акустика океана, гидроакустика

Звук в глубоком море, подводный звуковой канал

21.06-01.144 Оценка расстояния до источника в глубоком море с использованием пространственно-частотных характеристик интерференционного инварианта и эффективных фазовых и групповых скоростей. *Аксенов С.П., Кузнецов Г.Н. Акустический журнал.* 2021. 67, № 6, с. 603-616. Рус.

Исследуется амплитудно-фазовая структура и интерферограмма звукового давления и эффективных фазовой и групповой скоростей в зонах освещенности и в зоне тени глубокого океана. Анализ угловой структуры интерферограмм на плоскости “частота—расстояние” позволил установить, что эффективные фазовая и групповая скорости функционально и аналитически связаны с интерференционным инвариантом Чупрова и имеют идентичную частотно-пространственную структуру, позволяющую рассчитать инвариантные зависимости этого инварианта и эффективных скоростей от расстояния и выполнять высокоточное пеленгование и оценку расстояний до источников, расположенных в зоне тени. Показано, что зависимости интерференционного инварианта и эффективных скоростей от расстояния определяются типом доминирующих нормальных волн и существенно изменяются при переходе из ближней зоны в зону тени и в дальнюю зону освещенности. В зоне тени эффективные фазовая и групповая скорости заметно отличаются от средней скорости звука в воде, тогда как в зонах с доминирующими водными модами они практически равны средней скорости звука в воде. Показано, что в волноводе с известной глубиной в случае применения вертикально развитых антенн значения интерференционного инварианта и эффективных скоростей могут быть вычислены с использованием измеренного угла прихода сигнала, отраженного от дна. Это позволяет рассчитать дальность до источника и получать несмещенные оценки пеленга, независящие от глубин источника и приемника.

Акустика мелкого моря

21.06-01.145 Уравнения Кортевега—Де Вриза высшего порядка для внутренних волн в стратифицированных сдвиговых потоках. *Пелиновский Е.Н., Полушкин О.Е. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2000, № 1, с. 117-132. Рус.

С помощью асимптотической процедуры получено нелинейное эволюционное уравнение для длинных внутренних волн в несжимаемой жидкости, стратифицированной произвольным образом (по плотности и течению) без приближения Буссинеска. Коэффициенты уравнения приведены в общем виде в форме интегралов от функции вертикальной структуры линейной волны и поправок к ней. Рассмотрен пример двухслойной жидкости со скачком плотности на границе раздела и движущимся с постоянной скоростью верхним слоем. Для этого частного случая коэффициенты уравнения выписаны в явной форме и изучено влияние стратификации полей плотности и течения на величины и знаки параметров внутренних волн.

21.06-01.146 Географическое и сезонное распределение фазовой скорости линейных внутренних волн в Мировом океане. *Пелиновский Е.Н., Полушкин Н.В., Талипова Т.Г. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2000, № 1, с. 133-143. Рус.

Усредненные сезонные профили температуры и солёности, взятые из Атласа WOA'94, были использованы для вычисления профилей частоты Брента—Вяйсяля для всего Мирового океана. На основе этих профилей была рассчитана фазовая скорость внутренних волн. Результаты представлены в форме карт на одноградусной сетке. Обсуждаются географическая и сезонная изменчивость фазовой скорости. Показано, что эффекты сезонных вариаций фазовой скорости внутренних волн находятся в пределах 10% для подавляющего большинства районов Мирового океана.

21.06-01.147 Транспорт донных наносов под воздей-

ствием поверхностных волн. *Полухин Н.В., Полухина О.Е., Рэй В.* Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2000, № 1, с. 181-193. Рус.

Описывается лабораторный эксперимент, цель которого — изучение эволюции эродировавшего дна под воздействием частично стоячего волнового поля. Дана качественная и количественная оценка сформировавшихся донных структур: баров и рифелей.

21.06-01.148 О влиянии конвективных гравитационных потоков на выход метановых сипов на поверхность моря Лаптевых в период осеннего охлаждения. *Амбросимов А.К.* Экологические системы и приборы. 2021, № 9, с. 42-45. Рус.

Представлены данные наблюдений по осеннему конвективному опусканию поверхностных вод в глубь моря, которые маскируют выходы метановых сипов на поверхность на континентальном склоне моря Лаптевых. Показано, что поток вод вдоль склона рассеивает струи газов, не давая им в концентрированном виде подняться к поверхности. Однако высокие концентрации метановых сипов регистрируются в атмосфере над морем и акустически у дна. Ключевые слова: море Лаптевых; склон; конвективные гравитационные потоки; каскадинг; газовые сипы.

21.06-01.149 Вычислительный комплекс для моделирования морских течений с применением регуляризованных уравнений мелкой воды. *Иванов А.В.* Мат. моделир. 2021, 33, № 10, с. 109-128. Рус.

Представлен вычислительный комплекс для моделирования морских течений, в основе которого лежит гидродинамическая модель, базирующаяся на системе регуляризованных уравнений мелкой воды. Приведена система регуляризованных уравнений и кратко описана методика её решения, в том числе алгоритм расчета сухих областей. Проведен тест эффективности распараллеливания программного кода на высокопроизводительной вычислительной системе. Получена кривая ускорения. Представлена структура программы и её взаимодействие с внешними модулями. Проведены тестовые расчеты приливных колебаний северных морей. Расчетная область охватывает Белое море, Печорское море, части Баренцева и Карского морей, а также пролив Карские Ворота. Полученные результаты хорошо описывают приливно-отливные явления в исследуемой области.

21.06-01.150 Аналитическое исследование математической модели распространения волн на мелкой воде методом Галеркина. *Бычков Е.В.* Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2021, 14, № 1, с. 26-38. Рус.

Рассматривается начально-краевая задача для модифицированного уравнения Буссинеска (уравнения ИМВq). Уравнение часто используется для описания распространения волн на мелкой воде при условии сохранения массы в слое и с учетом капиллярных эффектов. Кроме того, оно используется при исследовании ударных волн. Модифицированное уравнение Буссинеска относится к уравнениям соболевского типа. Ранее, используя теорию относительно r-ограниченных операторов было доказано существование и единственность решения начально-краевой задачи. В работе доказывается, что решение, построенное методом Галеркина по системе ортонормированных собственных функций однородной задачи Дирихле для оператора Лапласа, сходится слабо к точному решению. Опираясь на метод компактности и неравенство Гронуолла доказано существование и единственность решений задачи Коши—Дирихле и задачи Шоуолтера—Сидорова—Дирихле для модифицированного уравнения Буссинеска.

21.06-01.151 Частотный метод измерения угловых координат подводного аппарата гидроакустической системой локального позиционирования. *Каевцигер В.И., Кривцов А.П., Смольянинов И.В., Элбакидзе А.В.* Журнал радиоэлектроники. 2021, № 3, с. 11. Рус.

Рассмотрен частотный метод измерения угловых координат подводных аппаратов системой позиционирования использую-

щей сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Метод предназначен для определения пространственного положения подводного аппарата по сигналам установленного на нем акустического маяка и основан на измерениях разности частот ЛЧМ сигналов, принимаемых на две или более разнесенные антенны с заданным пространственным положением. Показана возможность практического использования данного метода для измерения пеленгов буксируемого или автономного аппарата. Представлены результаты моделирования и натуральных испытаний рассмотренного способа вычисления угловых координат. Ключевые слова: гидроакустические системы, акустический маяк, сигналы с линейной частотной модуляцией, методы измерения угловых координат, системы локального позиционирования.

21.06-01.152 Влияние анизотропного ветрового волнения на эффективность пространственной обработки акустических сигналов в мелком море. *Бурдуковская В.Г., Малеханов А.И., Раевский М.А.* Акустический журнал. 2021, 67, № 6, с. 617-625. Рус.

Исследуется влияние анизотропии частотно-углового спектра ветрового волнения на эффективность пространственной обработки сигналов, принимаемых горизонтальной антенной решеткой в мелководном волноводе со взволнованной поверхностью. Проанализированы коэффициенты усиления антенны для трех методов пространственной обработки: стандартного метода формирования диаграммы направленности, метода оптимальной линейной обработки и метода оптимальной квадратичной обработки. Приведены результаты численного моделирования для гидрологических условий Баренцева моря в зимний период. Основное внимание уделяется зависимости коэффициента усиления антенны от расстояния до источника и направления ветра относительно акустической трассы. Проводится также сравнение результатов численного моделирования для анизотропного спектра ветрового волнения и упрощенной модели с изотропным спектром.

21.06-01.153 Локальные аномальные зоны звукового поля в мелком море. эксперимент и моделирование. *Кузнецов Г.Н., Семенова И.В., Степанов А.Н.* Акустический журнал. 2021, 67, № 6, с. 626-638. Рус.

Экспериментально и теоретически исследуется интерференционная структура низкочастотных пространственных амплитудных и фазовых характеристик скалярного поля и трех проекций вектора колебательной скорости, образованных тональными сигналами от буксируемых ненаправленных акустических источников в зонах вблизи интерференционных максимумов и минимумов звукового давления. Экспериментальные зависимости этих характеристик поля от расстояния, полученные на четырехкомпонентных векторно-скалярных приемниках при буксировке излучателей, сравниваются с расчетными в рамках модели Пекериса и модели волновода с трехслойным грунтом, параметры которых рассчитаны на основе акустической калибровки района работ. Установлено удовлетворительное согласие амплитудных и фазовых характеристик поля, рассчитанных на основе акустической калибровки и измеренных экспериментально. Показано, что в зонах максимумов наблюдается медленное изменение угла прихода, градиенты фазы “гладкие”, а в зонах минимума формируются резкие скачки амплитуд и фаз в горизонтальной и вертикальной плоскостях, приводящие при глубоких минимумах к образованию циркуляций — локальных вихрей вокруг полюсов. Выполнен численный анализ тонкой структуры звукового давления и проекций колебательной скорости в зоне акустического вихря, а также вычислены годографы колебательной скорости и градиентов фазы звукового давления, подтверждающие формирование в зоне полюсов вихрей в вертикальной плоскости.

21.06-01.154 Установившиеся волны на поверхности жидкости переменной глубины. *Боднар Т.А.* Прикладная механика и техническая физика. 2021, 62, № 4, с. 3-8. Рус.

Получено интегральное уравнение Некрасова, описывающее стационарное течение идеальной несжимаемой жидкости со свободной поверхностью над неровным дном с волнообразным профилем. Разработан численный метод решения этого уравнения при координатах профиля дна, заданных в плоскости

комплексной переменной $z=x+iy$.

21.06-01.155 Квазилинейные уравнения динамики уединенных внутренних волн в многослойной мелкой воде. *Ляпидевский В.Ю., Чесноков А.А., Ермишина В.Е. Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 4, с. 34-45. Рус.

Предложена неоднородная система одномерных законов сохранения, описывающая в приближении Буссинеска распространение придонных (приповерхностных) внутренних волн большой амплитуды в многослойной стратифицированной мелкой воде. Модель применима для слоистых течений устойчиво стратифицированной жидкости и является гиперболической при умеренном сдвиге скорости в слоях. Исследованы стационарные решения уравнений движения и сформулированы условия формирования уединенных волн первой моды. Модель верифицирована путем сравнения результатов, полученных с ее использованием, с результатами натурных наблюдений и расчетов по двумерным уравнениям движения. Выполнено численное моделирование распространения нестационарных нелинейных волновых пакетов в многослойной жидкости.

21.06-01.156 Внутренние уединенные волны над комбинированным препятствием. *Денисенко Д.С. Прикладная механика и техническая физика.* 2021. 62, № 4, с. 201-210. Рус.

Рассматривается стационарная задача о захваченных уединенных волнах в сверхкритических течениях стратифицированной жидкости над неровным дном. Для пологих препятствий малой амплитуды построено семейство приближенных двухпараметрических решений, которые в пределе при нулевом значении высоты препятствия соответствуют внутренним уединенным волнам. Численно показано, что количество приближенных решений существенно зависит от формы дна.

См. также **21.06-01.94**

Взаимодействие звука с внутренними волнами и течениями

21.06-01.157 Каноническая теория бароклинических волн Россби на сфере. *Куркин А.А. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2002, № 3, с. 154-165. Рус.

Для бароклинических волн Россби в сферическом слое жидкости в приближении жесткой крышки найдено преобразование к нормальным каноническим переменным. Использованный подход основан на вариационном принципе Сэлиджера—Уизема. С помощью найденного преобразования получено выражение для матрицы трехволнового взаимодействия. Построены также канонические переменные и указан переход к нормальным переменным для бароклинических волн Россби на сфере со свободной поверхностью. На основе использования нормальных канонических переменных вычислены коэффициенты трехволнового взаимодействия волн Россби и проанализирована устойчивость квазиомохроматических пакетов волн Россби по отношению к эффектам автомодуляции и самофокусировки. Приведены оценки инкрементов развития модуляционной неустойчивости при типичных параметрах волн.

21.06-01.158 Перенос частиц и динамические эффекты при трансформации бароклинической приливной волны в условиях шельфа дальневосточных морей. *Рувинская Е.А., Куркина О.Е., Куркин А.А. Экологические системы и приборы.* 2021, № 11, с. 109-118. Рус.

Представлены результаты численного моделирования трансформации приливной волны и образования солибора в шельфовой зоне Охотского и Берингова морей. Получены оценки придонных и приповерхностных скоростей, которые могут достигать 0,4 м/с у берегов Сахалина в Охотском море и 0,6 м/с в Беринговом море. Оценены амплитуды бароклинических волн. Полученные результаты согласуются с данными натурных наблюдений вблизи выбранных разрезов. Показано, что в обоих случаях поле скорости внутренних волн имеет сложную знакопеременную структуру, что может существенно влиять на распределение планктонных организмов, особенно в прибреж-

ной зоне. Построены траектории частиц (планктонных организмов). Для выбранных локаций разреза в Беринговом море горизонтальные смещения «точек» составили 1–2 км, а вертикальные смещения — около 20 м. Ключевые слова: Охотское море; Берингово море; внутренние волны; численное моделирование; транспорт частиц.

21.06-01.159 Об одном уравнении внутренних волн. *On one equation of internal waves.* *Котлованов К.Ю. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика.* 2021. 13, № 2, с. 11-16. Англ.

Приводится аналитическое исследование одного уравнения внутренних волн, в некоторых источниках именуемое уравнением Пуанкаре, выведенное из основной системы гидродинамики. Данное уравнение характеризует распространение волн в толще однородной несжимаемой стратифицированной и, в отличие от уравнения Соболева, неврацающейся жидкости. Рассмотрен случай, когда частота плавуности есть величина постоянная. Для уравнения внутренних волн рассматривается задача Коши—Дирихле. Данное уравнение имеет различные приложения в гидродинамике, например, при исследовании волн в океане. Исследование уравнения проводится в рамках теории полиномиально ограниченных пучков операторов. Уравнение внутренних волн редуцируется к задаче Коши абстрактному полулинейному уравнению соболевского типа второго порядка. Затем показывается, что решение поставленной задачи удовлетворяет абстрактной теории. Далее рассмотрены два примера. В первом примере область ограничена параллелепипедом, а во втором — цилиндром. Для каждого случая области показано, что относительный спектр пучка операторов ограничен, частотой плавуности. После строятся пропагаторы, разрешающие оператор-функции, для уравнения внутренних волн для каждой из областей. Подставив начальные данные в пропагаторы, получим аналитическое решение задачи Коши для уравнения внутренних волн.

См. также **21.06-01.62, 21.06-01.63, 21.06-01.96, 21.06-01.145, 21.06-01.146, 21.06-01.147, 21.06-01.156**

Статистическая гидроакустика

21.06-01.160 Локализация источника в случайно-неоднородном канале с использованием многогранового алгоритма Кейпона. *Сазонтов А.Г., Смирнов И.П. Акустический журнал.* 2021. 67, № 6, с. 659-667. Рус.

Построена адаптивная версия многогранового алгоритма Кейпона, позволяющая локализовать акустический источник вертикальной антенной решеткой в условиях неполной информации о случайном канале распространения. В предположении, что основным механизмом, вызывающим рассеяние звука, является развитое ветровое волнение, представлены результаты статистического моделирования, показывающие точности оценивания координат источника и вероятности его правильного обнаружения. Приведена экспериментальная апробация предложенного способа, демонстрирующая его работоспособность в акватории Баренцева моря.

Рассеяние на шероховатой поверхности

См. **21.06-01.147**

Подводные приложения нелинейной акустики, взрывы

21.06-01.161 Моделирование цунами в Черном море. *Зайцев А.И., Козелков А.С., Куркин А.А., Пелиновский Е.Н., Талипова Т.Г., Яличнер А. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2002, № 3, с. 27-45. Рус.

Обсуждается проблема цунами для бассейна Черного моря, где произошло 22 события, из них 9 в последнем столетии. Численное моделирование в рамках теории мелкой воды проведено для двух событий: Анапское (1905 г.) и Судакское (1869 г.). По-

лучено рас-пределение высот волн в различных пунктах побережья и расчетные мареограммы для обоих событий. Результаты расчетов сопоставляются с известными данными. Обсуждаются основные особенности проявления цунами в прибрежной зоне при разных расположениях источника.

См. также 21.06-01.95, 21.06-01.97, 21.06-01.154

Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

См. 21.06-01.124

Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

21.06-01.162 Перспективные направления развития системных исследований техногенного подводного шума морской техники. *Таровик В.И., Вальдман Н.А., Лабузов А.Г., Малащенко Н.Л. Труды Крыловского государственного научного центра.* 2021, № 4, с. 148-160. Рус.

Объект и цель научной работы. Объектом публикации является действующая международная нормативная документация, направленная на регламентацию параметров техногенного подводного шума объектов морской техники. Выполненная систематизация нормативных документов ряда иностранных классификационных обществ, а также материалов международных организаций, вовлеченных в процессы обеспечения безопасности жизнедеятельности морских экосистем, показала необходимость создания соответствующей нормативной базы в Российской Федерации. Цель статьи — обзор международных стандартов и правил регламентации параметров техногенного подводного шума, реализуемых программ трансграничного сотрудничества для исследований, регламентации и контроля техногенного подводного шума. Материалы и методы. При подготовке использовались методические материалы, разработанные в Крыловском центре, международные стандарты по подводной шумности, отечественные и зарубежные публикации в рассматриваемой области. В работе применялись методы системного анализа. Основные результаты. Систематизирована информация о действующих нормативных требованиях к подводному шуму судов различных типов, в частности транспортных, научно-исследовательских, сейсморазведочных и рыболовных. Сделан вывод о необходимости формирования российской нормативной документации с включением в область нормирования поисково-разведочных буровых установок и добычных платформ; подводных добычных комплексов и трубопроводов; крупнотоннажных судов высокого ледового класса; ледоколов и ледокольных караванов, а также объектов портовой инфраструктуры на трассах Северного морского пути. Заключение. Для формирования вышеуказанной нормативной документации в России необходима постановка масштабных системных исследований источников техногенного подводного шума на всех контролируемых режимах эксплуатации. Систематизация данных таких исследований даст возможность сформировать научно обоснованные нормативные требования к подводной шумности морских промышленных объектов, судоходства и объектов портовой инфраструктуры.

21.06-01.163 Локализация движущегося источника звука с использованием некогерентного апертурного синтеза с одновременным подавлением помех. *Родионов А.А., Семёнов В.Ю., Савельев Н.В., Коновалов К.С. Известия вузов. Радиофизика.* 2020, 63, № 7, с. 557-567. Рус.

Рассматривается задача шумопеленгации движущегося 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, поскольку реальные источники имеют в основном непрерывный спектр излучения. Считалось, что на приёмную систему, представляющую собой две линейные антенные решётки, расположенные по обоим бортам судна-носителя, помимо шумов моря, воздействует также помеха, вызванная работой корабельных механизмов (бортовая по-

меха), мощность которой значительно превышает мощность полезного сигнала. Представлены результаты апробации предложенных алгоритмов на данных численного эксперимента. Было показано, что в зависимости от длины и типа траектории корабля-носителя достигается различная точность измерения координат движущегося источника.

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

21.06-01.164 О переносе частиц при распространении уединенных внутренних гравитационных волн. *Куркина О.Е., Куркин А.А., Гиниятуллин А.Р. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2011, № 1, с. 92-102. Рус.

Горизонтальный перенос придонных плавучих частиц уединенными внутренними волнами исследован в рамках слабой теории волновых движений в стратифицированном океане. Проведены расчеты на примере северной части Балтийского моря. Показано, что даже в акваториях с слабой стратификацией расстояния переноса составляют порядка 100 м при умеренных амплитудах солитоподобных волн.

21.06-01.165 Метод оперативного акустического наблюдения за поведением серых китов в зоне морских нефтегазовых объектов. *Карачун Л.Э., Кондрашова Е.С., Малащенко А.Е. Экологические системы и приборы.* 2021, № 11, с. 38-43. Рус.

Применение гидроакустических комплексов, работающих как в режиме эхолокации, так и в режиме пеленгования звуков, издаваемых серыми китами, позволяет наблюдать за поведением как отдельных китов, так и за группой из нескольких китов с достаточно высоким разрешением по их местоположению. Оценивая поведенческие признаки китов в зависимости от акустических помех искусственного происхождения, можно достаточно достоверно оценить зависимость поведения китов от уровня техногенных помех и определить их предельно допустимый уровень. Ключевые слова: автономный гидроакустический комплекс; система станций; эхолокация; шумопеленгование; погрешность определения местоположения.

21.06-01.166 Метод оперативного пассивного акустического мониторинга серых китов в зоне морских нефтегазовых объектов. *Карачун Л.Э., Кондрашова Е.С., Малащенко А.Е. Экологические системы и приборы.* 2021, № 11, с. 86-96. Рус.

Исследована оценка эффективности метода одновременного оперативного наблюдения за несколькими китами (стаей китов) в любое время суток и в условиях ограниченной видимости (туман, дождь) с помощью нескольких специальных гидроакустических станций, объединенных в систему с передачей информации наблюдателям по радиоканалу через закоренный радиобуй. Метод основан на пеленговании звуковых сигналов, издаваемых серыми китами. Взрослый кит использует звуковые сигналы только для общения, воспринимает и воспроизводит звуки в диапазоне частот от 7 до 9 000 Гц. Уровень звуков, издаваемых китом, достаточен для пеленгования специализированными гидроакустическими антеннами на больших расстояниях. Ключевые слова: гидроакустические комплексы; шумопеленгование; спектральная характеристика; диаграмма направленности; отношение сигнал/помеха.

21.06-01.167 Гидроакустическая система дистанционного измерения рельефа подводных частей айсбергов. *Богородский А.В. Датчики и системы.* 2020, № 4, с. 37-42. Рус.

DOI: 10.25728/datsys.2020.4.7 Рассмотрен возможный способ построения судовой активной гидроакустической системы, обеспечивающей оперативное, дистанционное получение информации, необходимой для создания трехмерных геометрических моделей подводных частей дрейфующих айсбергов. В качестве датчиков гидролокационной информации о подводных частях айсбергов (ПЧА) предложено использовать два гидролокатора, осуществляющих вертикальное и наклонное зондирование поверхности ПЧА — эхолот и интерферометрический

(фазовый) гидролокатор бокового обзора.

Акустика глобальных масштабов, термометрия и дальняя подводная связь

21.06-01.168 **Случаи возникновения цунами от различных обвалов и оползней.** *Костенко И.С. Экологические системы и приборы.* 2021, № 11, с. 78-85. Рус.

Рассмотрены случаи образования волн цунами и их заплесков, возникшие в результате схода оползней на границе суша—водоем во время извержения вулканов от подводных оползней, а также вызванные таянием ледников и разрушением айсбергов. Исследована взаимосвязь между высотой цунами и объемом оползня на границе суша—водоем. Ключевые слова: оползни; цунами; обрушение льда; водоем.

Активные и пассивные сонарные системы, алгоритмы обработки сигналов

21.06-01.169 **Непрерывный независимый гидроакустический контроль подводного добычного комплекса.** *Емельяненко В.Ф., Малашенко А.Е. Экологические системы и приборы.* 2021, № 11, с. 32-37. Рус.

Проведена оценка параметров гидроакустической системы контроля подводных механизмов и установок нефтегазодобычи на шельфе. Система контроля устанавливается в районе подводных нефтяных комплексов и автономно работает на протяжении одного-двух лет. В составе системы несколько гидроакустических комплексов, обеспечивающих прием и анализ первичной гидроакустической информации и сравнение реальных шумовых характеристик работающих нефтяных комплексов с эталонными шумовыми портретами. При появлении отклонений от заданных параметров или возникновении новых источников шума система подает сигнал предупреждения об опасности возникновения техногенной катастрофы. Ключевые слова: подводные добычные комплексы; гидроакустическая станция; шумопеленгование; спектрально-энергетические характеристики; шумовой портрет; технический ресурс; классификация неисправностей; критерии принятия решения.

См. также **21.06-01.139**, **21.06-01.151**, **21.06-01.163**

Гидроакустические преобразователи и антенны

21.06-01.170 **Снижение уровня взаимных непреднамеренных помех при совместной работе корабельных гидроакустических станций.** *Андреев М.Я., Охри-*

менко С.Н., Паршуков В.Н., Рубанов И.Л., Козловский С.В. Датчики и системы. 2020, № 6, с. 62-68. Рус.

DOI: 10.25728/datsys.2020.6.9 Рассмотрен актуальный вопрос снижения уровня взаимных (непреднамеренных) помех при совместной работе корабельных гидроакустических станций. Предложенный метод позволит повысить эффективность поисковых работ корабельной поисково-ударной группы надводных кораблей.

21.06-01.171 **Повышение качества обработки информации позиционирования приемных антенн стационарных гидроакустических комплексов на основе геохронотрекинга.** *Семенова Е.Г., Ивакин Ян.А., Фролова Е.А. Датчики и системы.* 2020, № 7, с. 41-45. Рус.

DOI: 10.25728/datsys.2020.7.8 Рассмотрена задача повышения качества обработки информации позиционирования приемных антенн стационарных гидроакустических комплексов на основе оптимизации алгоритма обработки информации, геохронотрекинга и статистической оценки ретроспективных данных об эффективности функционирования. Особенности алгоритмизации обработки такой информации во многом определяют результативность и точность процесса применения гидроакустических комплексов по назначению. Обоснована необходимость постановки соответствующей оптимизационной задачи, установления граничных условий ее решения и поиска соответствующих экстремумов.

21.06-01.172 **Определение вероятностных характеристик обнаружения цели гидроакустическим вооружением объекта-носителя в условиях малых и очень малых выборок независимых испытаний.** *Блинов Д.А., Крилицкий С.А., Рубанов И.Л., Охрименко С.Н. Датчики и системы.* 2020, № 9-10, с. 57-60. Рус.

Рассмотрен вопрос исследования вероятностных характеристик обнаружения цели гидроакустическим вооружением носителя в условиях малого количества опытов в соответствии с биномиальным распределением.

См. также **21.06-01.165**, **21.06-01.166**, **21.06-01.167**, **21.06-01.169**

Подводные измерения и калибровка аппаратуры

См. **21.06-01.165**, **21.06-01.166**, **21.06-01.171**, **21.06-01.172**

Компьютерное моделирование в гидрофизике и гидроакустике

См. **21.06-01.171**, **21.06-01.172**

Атмосферная и аэроакустика

Инфразвуковые и акустико-гравитационные волны

21.06-01.173 **Стохастическая математическая модель внутренних волн.** *Бычков Е.В., Богомолов А.В., Котлованов К.Ю. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование.* 2020, 13, № 2, с. 33-42. Рус.

Проведено исследование математической модели внутренних гравитационных волн с аддитивным "белым шумом" который моделирует случайные неоднородности среды и флуктуации. Математическая модель строится на стохастическом уравнении Соболева, краевых условиях Дирихле и начальном условии Коши. Математическая модель строится на стохастическом уравнении Соболева, краевых условиях Дирихле и начальном условии Коши. Уравнение Соболева получено из предположения о распространении волн в однородной несжимаемой вращающейся с постоянной угловой скоростью жидкости. Решение этой

задачи называется инерционной (гироскопической) волной, поскольку она возникает в силу закона Архимеда и под воздействием сил инерции. Под "белым шумом" мы подразумеваем производную Нельсона—Гликлиха винеровского процесса. Исследование проведено в рамках теории относительно ограниченных операторов и теории стохастических уравнений соболевского типа и теории (полу)групп операторов. Показано, что относительный спектр оператора ограничен, и построено решение в операторном виде.

Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

21.06-01.174 **Развитие экспериментальных исследований турбулентных пристеночных пульсаций давления. критический анализ и обобщение накопленных опытных данных.** *Кудашев Е.Б., Яблоник Л.Р. Акустический журнал.* 2021, 67, № 6, с. 639-649. Рус.

Представлен обзор современного состояния экспериментальных исследований пристеночных турбулентных давлений. За прошедшие десятилетия выполнено огромное количество прикладных, теоретических и экспериментальных исследований пристеночных турбулентных давлений, составляющих важную часть акустики турбулентных потоков. Представленные данные измерений пристеночных турбулентных давлений показывают, что основной массив накопленных данных относится к характеристикам турбулентных пульсаций давления под турбулентным пограничным слоем. Наряду с анализом опытных данных (частотные спектры, среднеквадратичные значения), специальное внимание уделено методическим аспектам экспериментальных исследований. В приложениях значительная часть линейных задач возбуждения шума и вибраций конструкций при турбулентном обтекании особенно эффективно может быть проанализирована и решена при частотно-волновом задании гидроаэродинамической пульсационной нагрузки. Отмеченные факторы стимулировали повышенное внимание к частотно-волновому спектру пристеночных турбулентных давлений, не ослабевающее на протяжении последних десятилетий. Все большее распространение стали получать экспериментальные исследования частотно-волновых спектров турбулентных давлений на основе цифровой обработки сигналов. Подробно анализируются прямые методы измерений частотно-волнового спектра пристеночных турбулентных давлений. Обсуждаются результаты экспериментальных исследований частотно-волнового спектра.

См. также **21.06-01.60**

Ударные и взрывные волны, звуковой удар

21.06-01.175 Анализ разрушения и фрагментации космических аппаратов при высокоскоростных столкновениях. *Смирнов Н.Н., Киселев А.Б., Тюренко В.В., Назаренко А.И., Усовиц И.В. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2020, № 11-12, с. 22-31. Рус.

Из-за деятельности человека в космосе появилась новая проблема — космический мусор, образованный ступенями ракет, изменившими свою орбиту спутниками и другими неуправляемыми космическими объектами. Уже сейчас космический мусор представляет значительную угрозу для космических полетов и долгосрочных орбитальных миссий. Поэтому на сегодняшний день защита космических аппаратов от возможного столкновения с фрагментами космического мусора является актуальной задачей. Например, защита от крупных фрагментов космического мусора на международной космической станции происходит путем коррекции ее орбиты. Такая стратегия защиты требует разработки эффективной модели прогнозирования и анализа движения космического мусора с учетом взаимных столкновений космических объектов различных размеров. Данная статья посвящена созданию математической модели, описывающей соударение и разрушение космических объектов при их высокоскоростном соударении.

21.06-01.176 Взаимодействие ударных волн вблизи цилиндра, перпендикулярного притупленной пластине. Часть III. Взаимодействие головной волны цилиндра с косым скачком уплотнения клина и головной волной пластины. *Боровой В.Я., Зайцев Е.Г., Мошаров В.Е., Радченко В.Н. Учен. зап. ЦАГИ.* 2021, 52, № 4, с. 3-19. Рус.

Исследовано обтекание притупленной пластины, на которой установлены острый клин и другая пластина с цилиндрической передней кромкой. Эта конфигурация моделирует входную часть воздухозаборника прямоугольного поперечного сечения с притупленными входными кромками обечайки и боковой стенки (щеки). Эксперименты проводились в аэродинамической трубе кратковременного действия УТ-1М при числе Маха $M_\infty=5$ и числе Рейнольдса (по длине пластины) $Re_L \approx 6.4 \cdot 10^6$. Тепловой поток измерялся с помощью люминесцентного термочувствительного покрытия. Использовались различные способы визуализации течения. Определена структура течения в зоне взаимодействия косоугольного скачка уплотнения, генерируемого острым клином, с головными ударными волнами обечайки и

щеки при различных положениях обечайки относительно клина. Исследован теплообмен на обечайке и щеке. Выявлены зоны экстремального нагрева. Определена зависимость максимальных величин числа Стантона в зонах интерференции от взаимного расположения клина и обечайки.

21.06-01.177 Влияние локального нагрева набегающего потока на уровень звукового удара от тонкого тела, находящегося в аэродинамической тени за диском. *Потапкин А.В., Москвичев Д.Ю. Письма в Журнал технической физики.* 2021, 47, № 16, с. 28-31. Рус.

Выполнены расчеты звукового удара от двух тел — диска и тонкого тела вращения — при локальном разогреве набегающего потока воздуха. Тела находятся в тепловом следе за областью нагрева. Тонкое тело находится в аэродинамической тени за диском. Число Маха холодного потока воздуха равно 2. Расчеты выполнены с помощью комбинированного метода "тел-фантомов". На основании расчетов сделан вывод об эффективности подавления уровня звукового удара при одновременном использовании разогрева набегающего потока и аэродинамической тени за диском. Ключевые слова: ударные волны, звуковой удар, тонкое тело, аэродинамическая тень, нагрев потока, метод "тел-фантомов".

См. также **21.06-01.40, 21.06-01.102, 21.06-01.103, 21.06-01.104, 21.06-01.106, 21.06-01.108, 21.06-01.109, 21.06-01.110**

Авиационная акустика

21.06-01.178 Анализ различных факторов, влияющих на длину пробега при взлете сверхзвукового делового самолета. *Ша Мингун, Агульнич А.Б., Яковлев А.А., Шкурин М.В. Двигатель.* 2018, № 6, с. 2-6. Рус.

У всех современных сверхзвуковых пассажирских самолетов двигатель с форсажной камерой сгорания работает на максимальном режиме. В статье рассматриваются различные факторы, влияющие на длину пробега на взлетном режиме для сверхзвукового делового самолета. Речь идет об энергетической механизации. Существующие технические решения можно рассмотреть с точки зрения уменьшения шума. Разработан метод, который позволяет найти оптимальное сочетание между потребной тягой и желаемыми уровнем шума и потребной тяги.

21.06-01.179 Турбулентность. постановка и определение акустических параметров задачи о ВЧ-устойчивости. *Кочетков Ю.М. Двигатель.* 2019, № 2, с. 12-14. Рус.

Получена прямая зависимость собственной частоты автоколебаний (ВЧ+неустойчивости) от характеристик турбулентного потока. Показано, что в ламинарных потоках автоколебания возникнуть не могут, так как отсутствует главная причина + пространственная циклика. Получены соотношения основных параметров колебаний в вязкоупругом контуре внутри камеры сгорания ЖРД в зависимости от газодинамических параметров (собственная частота, декремент затухания, время релаксации и добротность).

21.06-01.180 Контроль уровня вибраций цифровым и методами многоступенчатого дискретного преобразования Фурье при работе ракетного двигателя. *Бурова А.Ю., Кочетков Ю.М. Двигатель.* 2019, № 6, с. 19. Рус.

Рассмотрены вопросы, связанные с надёжностью двигательных установок ракет. Описаны принципы оценки уровня вибраций ракетного двигателя цифровыми методами многоступенчатого дискретного преобразования Фурье. Приведены формулы такого преобразования разностными цифровыми фильтрами.

21.06-01.181 О влиянии формы эпюры избыточного давления на громкость звукового удара. *Горбовской В.С., Кажан А.В., Кажан В.Г., Чернышев С.Л. Учен. зап. ЦАГИ.* 2020, 51, № 2, с. 3-17. Рус.

Одной из основных проблем создания сверхзвуковых пассажирских самолетов (СПС) нового поколения является обеспечение приемлемого для полета над населенной сушей уровня

звукового удара (ЗУ). Для оценки воздействия ЗУ на человека рассматривается понятие громкости звукового удара в различных метриках. В условиях недостаточного количества экспериментальных данных по самолетам с ЗУ малой интенсивности для оценки эпюры избыточного давления и расчета громкости используются вычислительные методы. В данной работе представлена методика расчета громкости ЗУ в метриках A, B, C и PL, выполнена ее валидация по тестовым эпюрам избыточного давления, рассматриваемым в Европейско-Российском проекте RUMBLE (Regulation and noM for low sonic Boom LEvels). Предложен механизм учета влияния времени нарастания давления в эпюре. Показано влияние модификации формы эпюры избыточного давления на уровень громкости ЗУ.

21.06-01.182 Исследование аэродинамики сверхзвукового сопла с системой шумоглушения. Горбовской В.С., Кажан А.В., Кажан В.Г., Самохин В.Ф., Шенкин А.В. Учен. зап. ЦАГИ. 2020. 51, № 4, с. 56-72. Рус.

Одной из ключевых проблем разработки сверхзвуковых пассажирских самолетов нового поколения является обеспечение безопасного уровня шума в районе аэропортов в соответствии с современными требованиями для дозвуковых самолетов. В качестве возможного решения по снижению шума реактивной струи двигателя малой степени двухконтурности предлагается использование плоского сопла с системой шумоглушения типа миксер-эжектор. В таком сопле происходит активное воздействие на струю для интенсификации ее перемешивания с набегающим потоком. Представлены результаты исследования особенностей течения в сопле такого типа. Предложены мероприятия по устранению недостатков геометрии сопла, выявленных при численном моделировании течения в программном комплексе ANSYS CFX. Определено влияние формы и углов отклонения створок сопла на его газодинамические характеристики и структуру профиля скорости в выходном сечении.

21.06-01.183 Акустика плоских волн в соплах аэродинамических труб. Головина Н.В., Жаров В.А., Липатов И.И. Учен. зап. ЦАГИ. 2020. 51, № 5, с. 29-43. Рус.

Рассматривается задача распространения плоских волн в сопле дозвуковой трубы. Контур сопла сформирован по формуле Витошинского. В случае, когда газ покоится, для решения волнового уравнения применено конформное преобразование, которое приводит систему к цилиндрической геометрии. Это позволяет использовать результаты излучения звука из полубесконечной трубы для определения коэффициента отражения от края сопла. Показано, что в конформных координатах уравнения аналогичны уравнению распространения звука в тонких трубках. При этом решения обоих уравнений дают близкие результаты. Ввиду этого задача решена в постановке для уравнения тонких трубок. Согласно численным результатам резонансы в сопле аэродинамической трубы отсутствуют.

21.06-01.184 Развитие, верификация и валидация методики расчета эпюры избыточного давления и громкости звукового удара с использованием современных методов вычислительной газовой динамики. Горбовской В.С., Кажан А.В., Кажан В.Г., Коваленко В.В., Теперин Л.Л., Чернышев С.Л. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 1, с. 14-24. Рус.

Наряду с достижением высоких аэродинамических характеристик на режиме сверхзвукового крейсерского полета одной из главных проблем создания сверхзвуковых пассажирских самолетов нового поколения является обеспечение приемлемого уровня звукового удара. Это требует разработки достоверных методик получения «ближнего поля» под самолетом с учетом влияния пограничного слоя, расчета эпюры избыточного давления на земле и оценки громкости звукового удара. В работе выполнена адаптация используемой в ЦАГИ методики расчета эпюры избыточного давления при звуковом ударе для использования с программным комплексом решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье—Стокса ANSYS CFX. Разработаны макрос для расчета эпюры избыточного давления на земле по распределению возмущений в «ближнем поле» под самолетом и программа оценки громкости звукового удара в различных метриках. Выполнена верификация результатов по расчетной сетке и валидация методики расчета. Исследованы

четыре варианта эквивалентного тела вращения минимального звукового удара с различными заострениями носовой части. Проведено сравнение полученных эпюр избыточного давления с теоретическими данными и результатами расчета с использованием уравнений Эйлера. Показано влияние заострения носовой части на значения аэродинамического сопротивления и характеристики звукового удара.

21.06-01.185 Расчет акустических характеристик струи из прямоугольного сопла с оценкой влияния пластины, примыкающей к его срезу. Шорстов В.А., Макаров В.Е. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 1, с. 31-47. Рус.

Опираясь на детальное сопоставление с экспериментом ближнего поля сверхзвуковой струи, истекающей из прямоугольного сопла с большим отношением ширины к высоте в сечении среза, и опциональным использованием пластины, примыкающей к длинному ребру среза сопла, рассмотрена возможность расчета возникающего течения с использованием численной турбуликации слоев смешения. Выявлено негативное влияние зоны формирования турбулентного контента в окрестности среза на расчетное воспроизведение явления, наблюдаемого в эксперименте. При помощи радикального увеличения подсеточного масштаба (почти до уровня исходной DES-формулировки) показано преимущество более близкого к RANS описания начального участка слоя смешения для воспроизведения экспериментального явления. Высказано предположение, что зонный RANS-LES подход с явной генерацией турбулентного контента может оказаться предпочтительней для решения таких задач.

21.06-01.186 Решение обратной задачи для многозвонного профиля в рамках уравнений Навье—Стокса, осредненных по Рейнольдсу. Болсуновский А.Л., Бузovery Н.П., Губанова И.А., Губанова М.А., Курилов В.В. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 3, с. 3-17. Рус.

Разработан итерационный метод решения обратной/смешанной задачи для многозвонного профиля при малых скоростях в рамках осредненных уравнений Навье—Стокса, относящийся к классу методов остаточной коррекции. Деформация поверхности элементов профиля, уменьшающая невязку между рассчитанным и целевым распределением давления, определяется с помощью панельного метода решения прямой/обратной задачи для той же комбинации в несжимаемом идеальном потоке газа. Дано краткое описание используемых методов. Приведены примеры построения геометрии элементов многозвонного профиля по заданному распределению давления, демонстрирующие высокую скорость сходимости метода. Спроектирован высоконесущий ламинаризованный профиль с подвесным закрылком для использования в крыле малоскоростных ЛА. Проведены испытания крыла с данным профилем на тематической модели в аэродинамической трубе Т-106М. Получены очень высокие значения несущих свойств при сравнительно небольшом уровне профильного сопротивления.

21.06-01.187 Численное моделирование взаимодействия волны Маха и сверхзвукового пограничного слоя на плоской пластине с острой передней кромкой. Егоров И.В., Динь К.Х., Нгуен Н.К., Пальчиковская Н.В. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 3, с. 18-28. Рус.

Представлены результаты численного моделирования взаимодействия слабой ударной волны и ламинарного ПС на плоской пластине с острой передней кромкой при числе Маха набегающего потока $M=2.5$. Решаются полные уравнения Навье—Стокса с применением монотонной разностной схемы третьего порядка точности. Использована математическая модель волны, порождаемой неровностью на стенке рабочей части АДТ. Приводится спектральный анализ численных возмущений в различных областях потока.

21.06-01.188 Экспериментальное исследование низкочастотных пульсаций в слое смешения струи натурной аэродинамической трубы при наличии и отсутствии вихрегенераторов. Босняков С.М., Маленко В.В., Морозов А.Н., Николаев М.А., Ливерко Д.В. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 3, с. 46-57. Рус.

Дано описание методологии эксперимента по исследованию низкочастотных пульсаций полного давления в слое смешения струи натурной аэродинамической трубы. Приведены результа-

ты калибровки применяемых датчиков и схема установки для визуализации потока. Сопоставлены результаты современного эксперимента с данными, полученными в 1939 г. Обсуждаются новые оценки границ струи в свете необходимости испытаний моделей большого масштаба. Отмечено, что кабина аэродинамических весов, расположенная в рабочей части трубы, не оказывает критического влияния на качество потока. Сопоставлены спектры пульсаций полного давления в окрестности диффузора при наличии и отсутствии вихрегенераторов.

21.06-01.189 Определение параметров колебаний конструкции самолета при бафтинге. *Гарифуллин М. Ф. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 3, с. 75-90. Рус.*

Рассматриваются вопросы определения параметров колебаний конструкции самолета при бафтинге. Задача решается с применением процедуры редуцирования системы уравнений. Представлены варианты, использующий разложение решения в ряд Фурье по гармоникам нагрузки, и вариант, использующий процедуру интегрирования шагами по времени. Приведены результаты расчетов. Показана возможность численного моделирования явления бафтинга с околочастотной частотой и амплитуд колебаний упругой конструкции самолета при сравнительно небольших вычислительных затратах.

21.06-01.190 Расчет аэроупругих характеристик крыла при колебаниях в дозвуковом потоке методом дискретных особенностей. *Овчинников В.В., Петров Ю.В., Филимонов С.В. Деформация и разрушение материалов. 2020, № 3, с. 21-29. Рус.*

DOI: 10.31044/1814-4632-2020-3-21-29 Рассмотрена задача определения суммарных и обобщенных аэродинамических сил для крыла самолета при колебаниях в сжимаемом потоке с учетом реальных частот его собственных колебаний. Обоснована необходимость разработки оперативных численных методов решения поставленной задачи, которая приводится к краевой задаче типа Неймана для скалярного уравнения Гельмгольца. Приведены результаты численных расчетов для крыла самолета Як-130. Ключевые слова: аэроупругость, математическая модель, поток сжимаемого газа, метод дискретных вихрей, аэроупругие характеристики крыла.

21.06-01.191 Воздействие на пограничный слой крыла малоразмерного летательного аппарата с помощью волнистой поверхности. Проблемы и перспективы (Обзор). *Зверков И.Д., Крюков А.В. Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 3, с. 180-198. Рус.*

Представлен способ улучшения аэродинамических характеристик малоразмерных летательных аппаратов, основанный на таких фундаментальных газодинамических явлениях, как локальный отрыв пограничного слоя с образованием так называемых отрывных пузырей, отрыв турбулентного пограничного слоя и срыв потока с передней кромки крыла, изменяющий всю структуру течения при обтекании тела. Приводятся обзор работ, устанавливающих взаимосвязь перечисленных явлений, и работ, описывающих способ воздействия, устраняющего неблагоприятные последствия отрыва потока с помощью волнистой поверхности крыла. Этот метод рассматривается как перспективный и простой в реализации, определяются области его применимости и приведены критерии оптимизации волнистости поверхности крыла для конкретных условий эксплуатации. Приведены результаты исследований, показывающие, что использование волнистой поверхности на крыльях или лопастях летательных аппаратов может улучшить их аэродинамические характеристики. Отмечены структурные элементы пограничного слоя, такие как локальные отрывные пузыри или общая отрывная зона, и приведены критерии их появления, что способствует верификации численных экспериментов.

21.06-01.192 О месте звуковых точек в критическом течении. *Веспорточный А.И., Бурмистров А.Н. Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки. 2021. 25, № 3, с. 519-530. Рус.*

На основе анализа трехмерных уравнений Эйлера исследуются стационарные безвихревые баротропные течения газа. Критическими в статье называются течения, в которых число Маха всюду меньше или равно единице, и при этом хотя бы в одной точке число Маха достигает единицы. В 1954 году Гилбарг и Шифман показали, что если в критическом течении существует внутренняя (не лежащая на обтекаемой поверхности) звуковая точка, то она лежит на плоской звуковой поверхности, которая во всех своих точках перпендикулярна вектору скорости газа и не может заканчиваться внутри потока (теорема о звуковой точке). На основе этой теоремы Гилбарг и Шифман получили важный для задач максимизации критического числа Маха вывод. Он состоит в том, что при критическом обтекании для широкого класса обтекаемых тел звуковые точки могут располагаться только на его поверхности. Этот вывод существенным образом используется при построении форм обтекаемых тел с максимальным значением критического числа Маха (при заданных изопериметрических условиях). В представляемой статье рассматривается вопрос о кривизне линий тока во внутренних звуковых точках критических течений. Показывается, что эта кривизна равна нулю. В результате получается новое необходимое условие существования внутренней звуковой точки (и звуковой поверхности). Оно состоит в том, что в точке пересечения со звуковой поверхностью нормали кривизна обтекаемой поверхности в направлении нормали к звуковой поверхности должна равняться нулю. Приводятся примеры обтекаемых тел, для которых теорема Гилбарга и Шифмана (о звуковой точке) не дает ответа на вопрос о месте расположения звуковых точек. При этом новое необходимое условие позволяет доказать, что существование внутренних звуковых точек при критическом обтекании этих тел невозможно.

См. также **21.06-01.67, 21.06-01.112**

Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

21.06-01.193 О механизме левитации капель при обтекании тел газоконденсатными потоками. *Вараксин А.Ю., Васильев Н.В., Вавилов С.Н. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021. 501, № 1, с. 38-41. Рус.*

С использованием высокоскоростной видеосъемки впервые обнаружен эффект появления капель с околонулевыми скоростями при обтекании тел газоконденсатными потоками. Образование левитирующих капель происходило вследствие слияния падающих и отраженных от модели капель. Высказано предположение, что основным механизмом появления капель с околонулевыми скоростями является обмен импульсом в результате столкновения капель, имеющих противоположные по направлению и близкие по величине значения скорости. Обнаружен эффект увеличения размера крупных левитирующих капель из-за слияния с ними падающих капель вследствие многократных соударений.

21.06-01.194 Асимптотическая теория взаимодействия пограничного слоя с бегущей ударной волной. *Нейланд В.Я. Учен. зап. ЦАГИ. 2020. 51, № 2, с. 18-23. Рус.*

Сформирована теория взаимодействия ламинарного пограничного слоя с бегущей вверх или вниз по потоку ударной волной. Найден параметр подобия и приведены решения некоторых задач, позволяющих определить зависимость критического перепада давления, вызывающего отрыв пограничного слоя, от скорости движения волны. Показано существенное отличие картины течения при движении волны вниз по потоку от реальной при движении вверх по потоку.

См. также **21.06-01.40, 21.06-01.47, 21.06-01.83, 21.06-01.176, 21.06-01.190, 21.06-01.191, 21.06-01.192**

Акустические волны в многофазных средах

См. 21.06-01.124, 21.06-01.156

Сейсмическое зондирование геологических структур

21.06-01.195 Определение профилей скоростей продольной и сдвиговой волн на основе анализа сейсмического шума. *Манажов С.А., Коныхов А.И. Известия вузов. Радиофизика.* 2021. 64, № 6, с. 458-469. Рус.

Рассматривается способ определения профилей скоростей продольной и сдвиговой волн на основе анализа сейсмического шума, являющийся результатом усовершенствования широко используемого метода пассивной томографии. В основе предлагаемого способа лежит связь между взаимным спектром сигналов с разнесённых приёмников, регистрирующих две проекции вектора смещения, и неполной функцией Грина, отвечающей отклику поверхностной волны Рэлея. При помощи данного метода удастся определить частотную зависимость как фазовой скорости, так и эллиптичности волны Рэлея. В свою очередь, последняя даёт возможность реконструировать профили скоростей продольной и сдвиговой волн. В работе приводится объяснение принципов метода в рамках простой модели и его экспериментальная апробация. Проведено сравнение с результатами независимого измерения с использованием вибратора.

Исследование геологических сред с использованием сейсмического шума

См. 21.06-01.115, 21.06-01.195

Акустика землетрясений, вулканических извержений, иных катастрофических природных явлений

21.06-01.196 Годографы сейсмических волн от подземных взрывов на острове Амчитка. *Ненеина К.С., Ан В.А. Акустический журнал.* 2021. 67, № 6, с. 650-658. Рус.

Приводятся параметры времен пробега сейсмических волн от трех событий искусственного происхождения, полученные из архива Института динамики геосфер (ИДГ РАН). Для исследования выбраны подземные ядерные испытания (Long Shot, Milrow и Cannikin), с магнитудами $6.1 < m_b < 6.8$, проведенные Соединенными Штатами Америки с 1965 по 1971 гг. на острове Амчитка Алеутской дуги. Исследование содержит результаты наблюдений, полученных с различных типов сейсмических каналов. Построены годографы и получены линейные уравнения распространения продольных волн для эпицентральных расстояний $\Delta \sim 8-85^\circ$ и $\Delta \sim 134-160^\circ$. Сделаны оценки интегральной скорости верхней мантии и внешнего ядра Земли. Значения времени пробега волн предназначены для дальнейших исследований сейсмических волн от источников искусственного происхождения неглубокого заложения (701—1791 м) и уточнения строения Земли.

См. также 21.06-01.72, 21.06-01.168

Акустическое и вибрационное воздействие на нефте- и газоносные структуры

См. 21.06-01.115

Акустическая экология; Шумы и вибрации

Шумы и вибрации в воздушной среде

21.06-01.197 Особенности вертикального изменения уровня шума в городской зоне. *Марголина И.Л., Веселов Д.В., Иванцова М.И., Чевель К.А. Экологические системы и приборы.* 2021, № 2, с. 41-46. Рус.

Работа посвящена шумовому загрязнению в зоне многоэтажной жилой застройки. Исследования проведены на примере 16-этажного жилого дома, расположенного на юго-западе Москвы. Проведены сравнительные исследования уровней шума с противоположных сторон здания в рабочие и выходные дни, а также в разные сезоны. Результаты исследований показывают увеличение уровня шума с высотой, превышение шума на 16 этажах составляет 12—14 дБА. Разница значений между сторонами здания, ориентированными в сторону автодороги и дворовой территории на нижних этажах здания, составляет 7—9 дБА, при этом с высотой разница уменьшается. В недельной динамике уровня шума наибольшие значения отмечены в часы пик в рабочие дни; в сезонной динамике наименьшие значения фиксируются в момент сильного снегопада, а наибольшие — в бесснежный холодный период. Ключевые слова: городская среда; антропогенное воздействие; шумовое загрязнение; автомобильный транспорт; многоэтажная застройка.

21.06-01.198 Разработка виртуального тренажера для оценки защищенности акустической информации в контролируемом помещении. *Шпак В.А., Кремлев Е.С., Михайлова У.В. Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере.* 2020, № 2, с. 10-16. Рус.

Разработан виртуальный тренажер для обучения специалистов по информационной безопасности аспектам аудита помещений по требованиям акустической безопасности, в том числе поиску скрытых закладных устройств. Рассмотрены функциональные достоинства внедрения виртуальных тренажеров в учебный процесс высших учебных заведений на постоянной основе, такие как ускорение и удешевление процесса обучения.

Описаны преимущества и возможности разработанного виртуального тренажера для оценки защищенности акустической информации в контролируемом помещении.

21.06-01.199 Об одном техническом решении акустической защиты помещений, используемых для обмена конфиденциальной речевой информацией. *Сташков В.Б., Ивкин А.В., Юмашева Е.В., Тимонов Д.А. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2020, № 11-12, с. 126-131. Рус.

Рассматриваются возможности перехвата противником конфиденциальной речевой информации посредством специальных технических средств. Авторами предложена оригинальная конструкция внутреннего акустического экранирования помещений, основанная на ослаблении звукового давления и гашении звуковой энергии на поверхности экрана за счет диффузионного поглощения ее части. Техническое решение позволяет значительно снизить уровень фоновых акустических шумов в защищаемом помещении, и практически до уровня белого шума снижает уровень звука или вызываемой им вибрации, проникающей за пределы контролируемой зоны. Предлагаемая конструкция экрана обеспечивает безопасность информации при несанкционированном перехвате в условиях динамично изменяющегося ландшафта угроз информационной безопасности.

См. также 21.06-01.53, 21.06-01.54, 21.06-01.82, 21.06-01.182

Воздействие шумов и вибраций на сооружение и технику

См. 21.06-01.79, 21.06-01.82, 21.06-01.197

Структурная акустика и вибрации

21.06-01.200 Параметрический анализ взаимосвязи угловых и поступательных колебаний виброчувстви-

тельных систем. *Шардаков И.Н., Глот И.О., Шестаков А.П., Собянин К.В., Губский Д.В. Вычислительная механика сплошных сред.* 2019. 12, № 4, с. 446-454. Рус.

Современные радиотехнические комплексы, электронно-вычислительная аппаратура и навигационное оборудование, размещаемые на подвижных объектах (летательных аппаратах, кораблях, автомобилях и другом), в процессе эксплуатации могут испытывать значительные импульсные и вибрационные механические воздействия — удары, вибрации, линейные перегрузки, акустические шумы. Эти воздействия способны исказить параметры электрических сигналов, вносить дополнительные погрешности в показания приборов и даже приводить к разрушению элементов аппаратуры. Поэтому возникает необходимость в минимизации нежелательных движений этих устройств. Одним из эффективных способов решения проблемы является организация их пассивной виброзащиты, связанной с использованием инерционных, упругих, диссипативных и других пассивных элементов. В данной статье объектом исследования служит блок электронных устройств, закрепленный с помощью системы из четырех демпферов на несущей конструкции, которая подвергается поступательному вибрационному воздействию по трем взаимно ортогональным направлениям. Вследствие этого в демпфируемом блоке возбуждаются угловые колебания. Математическое моделирование реакции блока на внешние силовые факторы осуществляется в рамках классической теории динамики твердого тела. Выполнена серия численных экспериментов по определению отклика кинематических характеристик демпфируемого блока на внешнее периодическое воздействие при различных значениях коэффициентов жесткости и коэффициентов диссипации демпферов и разном положении центра масс системы. Показано, что отклонение центра масс от положения центра жесткости, а также изменение жесткостных и диссипативных характеристик демпферов в пределах статистического разброса их значений вызывают значительное увеличение угловых колебаний демпфируемого блока.

21.06-01.201 Газодинамические причины возникновения вибраций в турбонасосных агрегатах. *Кочетков Ю.М., Бурова А.Ю. Вестник Московского авиац. ин-та.* 2021. 28, № 3, с. 54-62. Рус.

Рассмотрены вопросы, связанные с исследованием дополнительной возможности повышения качества мощных энергодвигательных установок. Цель исследования — постановка задачи

прогноза высокочастотной неустойчивости таких установок на примере турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя, определение параметров неустойчивости в этом узле и требуемого соотношения параметров турбулентного газового поля, а также формализация условия автоматического контроля вибраций цифровыми методами многоступенчатого дискретного преобразования Фурье без выполнения аппаратно затратных операций умножения. Определены параметры неустойчивости и требуемое соотношение параметров турбулентного газового поля. Описаны принципы диагностики вибраций жидкостных ракетных двигателей на примере турбонасосного агрегата цифровыми методами многоступенчатого дискретного преобразования Фурье. Приведены формулы этого преобразования разностными цифровыми фильтрами.

См. также **21.06-01.42, 21.06-01.53, 21.06-01.54, 21.06-01.59, 21.06-01.69, 21.06-01.79, 21.06-01.82, 21.06-01.117, 21.06-01.179, 21.06-01.180, 21.06-01.190**

Шумоизоляция

21.06-01.202 Экспериментальные исследования эффективности защиты помещений от утечки речевой информации по акустооптическому каналу путем установки на внешних оконных стеклах светоотражающих пленок. *Хорев А.А., Суруевков Д.Б., Савин А.Д. Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере.* 2021, № 2, с. 6-13. Рус.

Приведены результаты экспериментальных исследований эффективности защиты помещений от утечки речевой информации по акустооптическому каналу путем установки на внешних оконных стеклах светоотражающих пленок. В качестве объекта исследований были выбраны солнцезащитные пленки компании Solarblock серии Silver с коэффициентами светопропускания от 0,5 до 47%. При проведении экспериментальных исследований использовались лазерные доплеровские виброметры PDV-100 и RSV-150. Результаты проведенных исследований показали, что при лазерном зондировании жалюзи, установленных внутри помещения, установка на внешних оконных стеклах солнцезащитных пленок с целью защиты помещения от перехвата речевой информации по акустооптическому каналу малоэффективна.

См. также **21.06-01.117, 21.06-01.198, 21.06-01.199**

Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

Компьютерная обработка результатов эксперимента

21.06-01.203 Стендовый комплекс синхронного контроля виброшумовых и функциональных характеристик электрогидравлической аппаратуры. *Берестовицкий Э.Г., Гладилин Ю.А., Франтов А.А. Динамика и виброакустика.* 2021. 7, № 1, с. 6-14. Рус.

Рассмотрены результаты создания и применения автоматизированной системы синхронного контроля виброшумовых и функциональных характеристик электрогидравлической аппаратуры на специализированном гидравлическом стенде. С ростом скорости протекания процессов в электрогидравлической аппаратуре, количества параметров оценки и требований, предъявляемых к перспективным образцам, возрастает потребность и актуальность во внедрении на специализированных испытательных стендах автоматизированных систем, способных осуществлять запись широкого перечня характеристик. Процесс контроля таких характеристик осложняется необходимостью проведения испытаний электрогидравлической аппаратуры как на стационарных, так и нестационарных, быстропотекающих режимах её работы. При этом измерение параметров должно осуществляться синхронно и достоверно. Для обеспечения этих условий для создания автоматизированной систе-

мы были сформулированы ряд требований как к оборудованию, так и к программному обеспечению, исходя из критериев функциональности, мобильности, гибкости, модернизируемости и обслуживаемости оборудования. Помимо аппаратной части было создано специализированное программное обеспечение. Оно включает в себя унифицированную оболочку анализа и регистрации данных, а также SCADA-проекты, представляющие из себя результат объектно-ориентированного программирования. Использование автоматизированной системы измерения, интегрированной в состав стендового комплекса, позволило осуществить: — синхронное автоматизированное регистрирование различных параметров, характеризующих быстротекущие процессы (давление, расход, перемещение, температура, вибрация); — взаимную передачу данных с автоматизированной системы измерений на специализированный управляющий комплекс. Расширившиеся измерительные возможности позволили более всесторонне оценивать виброшумовые и функциональные характеристики работы электрогидравлической аппаратуры, определять их взаимосвязь, осуществлять настройку и доработку конструктивных решений такой аппаратуры, достигая требуемых параметров её работы.

21.06-01.204 Моделирование распространения акустических волн в гидравлических системах управления с получением спектральных характеристик распределения звуковой мощности в программном ком-

плексе Simhydraulics Matlab. *Берестовицкий Э.Г., Соловьев М.В.* Динамика и виброакустика. 2021. 7, № 1, с. 21-27. Рус.

К современным гидравлическим системам предъявляются жесткие требования по шуму и вибрации. В имеющемся объеме работ много внимания уделяется большому количеству факторов, зачастую без учета их взаимовлияния. В общем случае их можно разделить на схемно-конструктивные, системные и принципиальные решения. В настоящее время развитие науки и техники находится на том уровне, когда дальнейшее улучшение акустического качества отдельных элементов и систем в целом возможно при исследовании возникающих процессов на стыке наук. В связи с этим в работе рассматриваются возможности моделирования волновых процессов в гидравлических системах управления с последующим получением акустических характеристик, что представляет собой совместное использование математического аппарата теории управления и методов акустики. В качестве одного из наиболее подходящих средств решения поставленных задач в работе рассматривается программный комплекс Simhydraulics Matlab. Наряду с математическими моделями элементов системы управления в работе предложены акустические модели элементов, которые учитываются при моделировании переходных процессов в системе. На основе полученных результатов предлагаются дополнительные критерии оценки качества систем управления.

21.06-01.205 О возможности использования персонального компьютера как устройства несанкционированного доступа к речевой информации. *Беляев Д.О., Волчков Д.Н., Поршнев С.В.* Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2019, № 3, с. 5-11. Рус.

Исследуется возможность перехвата потенциальным злоумышленником акустической речевой информации с использованием микрофонов, встроенных или подключенных к ПЭВМ, функционирующих под управлением операционных систем Windows 7, Windows 10 и Ubuntu 16.04, а также передачи данной информации по локальной вычислительной сети. Изучены особенности функционирования устройств звукозаписи и технологии обработки звуковых сигналов, используемые в ПЭВМ, и пути проникновения в операционную среду, также описаны действия, обеспечивающие захват звука с микрофона и передачу аудиоинформации по локальной вычислительной сети.

21.06-01.206 Различение звуковых сигналов с гребенчатыми спектрами в присутствии дополнительных сигналов. *Томозова М.С., Нечаев Д.И., Милезина О.Н., Сутин А.Я.* Сенсорные системы. 2021. 35, № 3, с. 228-235. Рус.

Исследовали различение звуковых сигналов (тестового и референтного) с гребенчатой структурой спектра в условиях, когда на тестовый и референтный сигналы накладывался дополнительный сигнал. В тестовом сигнале каждые 400 мс происходила реверсия фазы гребней. Референтный сигнал имел либо гребенчатый спектр (та же плотность гребней), что в тестовом сигнале, но без изменения фазы гребней), либо спектр с неразличимой гребенчатой структурой. Дополнительный сигнал имел ту же спектральную полосу и тот же уровень, что тестовый и референтный сигналы, и имел спектр либо плоский, либо гребенчатый с плотностью гребней от 2 до 7 цикл/окт. При гребенчатом референтном сигнале разрешение плотности гребней составило 8.7 цикл/окт в контроле (без наложения дополнительного сигнала), 8.5 цикл/окт при плоском дополнительном сигнале и от 8.6 до 9.2 цикл/окт при дополнительном сигнале с плотностью гребней от 2 до 7 цикл/окт; отличия этих значений от контроля не были статистически достоверны. При референтном сигнале с неразличимой спектральной структурой разрешение плотности гребней в тест-сигнале составило 51.0 цикл/окт в контроле, 16.7 цикл/окт при плоском дополнительном сигнале и от 11.0 до 11.1 цикл/окт при дополнительном сигнале с плотностью гребней от 2 до 7 цикл/окт; отличия всех этих значений от контроля были статистически достоверны. Из данных следует, что наложение дополнительного сигнала вызывает эффекты, связанные со спектральным рисунком дополнительного сигнала, причем эти эффекты различны для спектрального и временного механизмов частотного анализа, участвующих в различении сигналов.

Численное решение обратных задач

См. 21.06-01.160

Обработка акустических изображений

См. 21.06-01.163

Акустика живых систем; Биологическая акустика

Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

21.06-01.207 Исследование процесса аудиовизуального восприятия информации. *Чумакова В.В., Сумин В.И.* Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2013, № 1, с. 19-22. Рус.

В настоящее время основным направлением в области совершенствования образовательных технологий является оптимизация, а также повышение эффективности процесса обучения. Эффективность процесса обучения зависит от адаптации к уровню восприятия обучающей информации обучаемым. Поэтому, одним из наиболее перспективных направлений в области развития образовательных технологий является математическое моделирование процессов аудиовизуального обучения с возможностью адаптации для каждого обучаемого. В целях построения математической модели процесса обучения с учетом одновременного аудио и видео восприятия информации необходимо определить влияние воздействия скорости запоминания и забывания аудиовизуальной информации на качество и длительность обучения. Для этого целью в данной статье был проведен анализ международных исследований в области восприятия информации. В результате исследований, можно сделать вывод, что с использованием одновременного аудио и видео восприятия информации в процессе обучения повышается эффективность запоминания обучающей информации, а

также происходит оптимизация процесса обучения. Ключевые слова: моделирование процесса обучения, восприятие информации, скорость запоминания и забывания обучающей информации, аудио и видео обучающая информация, качество усвояемости.

21.06-01.208 Механизмы изменения структуры паттернов произвольных колебаний руки человека при двигательных нарушениях. *Дик О.Е.* Успехи физиологических наук. 2020. 51, № 4, с. 14-28. Рус.

Обзор посвящен применению методов нелинейной динамики к выявлению изменений в структуре паттернов произвольных колебаний (тремора), возникающих при выполнении человеком двигательной задачи, при различных двигательных нарушениях. Показаны возможности применения этих методов для определения количественной оценки степени отклонения двигательной функции человека от нормы (болезнь Паркинсона и синдром эссенциального тремора) и выявления механизмов, лежащих в основе уменьшения динамической сложности паттернов тремора при возрастании степени двигательных нарушений.

21.06-01.209 Акустические исследования биососудов. *Клочков Б.Н.* Ученые записки физического ф-та МГУ. 2021, № 6, с. 2160301. Рус.

Проведен анализ распределенных колебаний мягкого упругого сосуда с протекающей в нем кровью и рассмотрены условия существования волновых эффектов. Получены дисперсионные характеристики акустических процессов. Показана воз-

возможность существования фиксированных структур, описаны условия возникновения неустойчивости.

См. также **21.06-01.206**

Распространение акустических волн в тканях и органах

См. **21.06-01.208**

Речеобразование и восприятие речи

21.06-01.210 Методика адаптации алгоритмов обработки речевого трафика различного приоритета в мультисервисной сети связи военного назначения в условиях дестабилизирующего воздействия вероятного противника. *Обердирфер В.Н. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2020, № 1-2, с. 56-61. Рус.

Постоянно увеличивающиеся объемы передаваемой органами военного управления информации, особенно в условиях воздействия на сеть противника, зачастую превосходят возможности сети связи по ее передаче. Целью работы является разработка методики адаптации алгоритмов обработки речевого трафика различного приоритета на узлах коммутации мультисервисной сети в условиях изменяющихся входной нагрузки и интенсивности обслуживания входного потока. Методика адаптации алгоритмов обработки речевого трафика отличается от известных методик определением коэффициента загрузки узла коммутации и обоснованным с его помощью выбором той или иной процедуры обслуживания очередей. Применение представленной методики позволяет в режиме реального времени оценить загрузку узла коммутации мультисервисной сети связи и на его основе сформировать оптимальный алгоритм обработки разноранжированного речевого трафика. Представленная методика позволяет повысить эффективность функционирования узла коммутации военного назначения и обеспечить выполнение требований по качеству предоставления услуг телефонной связи абонентам различного приоритета.

21.06-01.211 Метод распознавания структурного элемента "номер по порядку" в протокольных блоках с мультиплексированием речевых данных в спутниковых системах связи. *Никитин Г.В., Семенов К.В., Шишкалов А.В., Леонтьев А.В. Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму.* 2021, № 11-12, с. 9-18. Рус.

Рассмотрены особенности структурного элемента «номер по порядку» протокольных блоков, формируемых протоколом мультиплексирования речевых данных на прикладном уровне сетевого оборудования спутниковых систем связи (ССС). Предложен информативный признак распознавания данного структурного элемента в протокольных блоках данных (ПБД). Информативный признак основан на оценке разработанного показателя постоянства приращения значений числовой последовательности, образованной двоичными символами ПБД с помощью окна анализа. Представлены результаты имитационного моделирования при различных задержках в буфере сетевого оборудования и значений вероятности битовой ошибки в принимаемом цифровом потоке. Предложен метод распознавания структурного элемента «номер по порядку» и проведена оценка ошибок распознавания первого и второго рода.

21.06-01.212 Вклад разных распределений активности ансамбля периферических волокон в формирование громкости и распознавание интенсивности тестовых импульсов, предъявляемых в тишине до и после помеховых импульсов. *Римская-Корсакова Л.К. Акустический журнал.* 2021. 67, № 6, с. 668-683. Рус.

С целью поиска физиологических основ слуховых эффектов повышения громкости и ухудшения распознавания интенсивности импульсов, предъявляемых до или после помеховых импульсов, а также эффекта ухудшения распознавания интенсивности одиночных импульсов моделировалась реакция ансамбля моделей периферических волокон. Полученная в ответ на одно-

кратное предъявление импульсов реакция ансамбля представлялась в виде двух комплементарных распределений: распределения вероятности появления спаиков во времени и распределения межспаиковых интервалов. В ответ на импульсные звуки такие распределения имели узкие области возбуждения. Для одиночных импульсов суммы спаиков и межспаиковых интервалов в областях возбуждения могли быть основой для формирования независимых «базовых» и «комплементарных» компонентов громкости импульса. Полученные в ответ на пару импульсов суммы спаиков в двух областях первого распределения могли быть основой «базовых» компонентов громкости импульсов пары. Сумма межспаиковых интервалов в первой области возбуждения второго распределения объединяла интервалы, соразмерные с длительностями каждого из импульсов пары, поэтому могла быть основой для «комплементарного» компонента громкости пары. Сумма межспаиковых интервалов во второй области возбуждения объединяла интервалы, соразмерные с задержкой второго импульса относительно первого, и могла отвечать за выраженность периодичности пары. Величина «комплементарного» компонента громкости пары зависела от интенсивности и длительности импульсов пары, но не от положений и задержек этих импульсов. Учет «базовых» и «комплементарных» компонентов громкости позволил объяснить известные эффекты повышения громкости и ухудшения распознавания интенсивности одиночных и замаскированных импульсов. Специально проведенные слуховые эксперименты показали, что распознавание интенсивности замаскированных импульсов, по-видимому, вследствие влияния «комплементарного» компонента громкости пары, зависело от отношения интенсивностей импульсов в паре, но не от положений и задержек этих импульсов относительно друг друга.

См. также **21.06-01.202, 21.06-01.207**

Физиологическая и психологическая акустика

См. **21.06-01.208**

Акустика эхолоцирующих животных

21.06-01.213 К вопросу об оценке пик-фактора биоподобных сигналов, используемых в гидроакустических системах связи. *Гавришев А.А. Науч. приборостр.* 2021. 31, № 3, с. 37-45. Рус.

Проведена оценка пик-фактора биоподобных сигналов, используемых в гидроакустических системах связи, на примере исследования сигналов, основанных на имитации записей звуков различных видов китов. Проведенные расчеты и анализ литературы показывают, что приемлемым значением пик-фактора ($p \leq 4$) обладают записи звуков следующих видов китов: Blue whale, Alaska humpback whale, Atlantic blue whale и Northeast Pacific blue whale. Записи звуков указанных видов китов целесообразно использовать в соответствующих гидроакустических системах связи. Напротив, записи звуков таких видов китов, как Atlantic finwhale, Atlantic minkewhale, South Pacific blue whale и Western Pacific blue whale, обладают повышенным значением пик-фактора ($p > 4$) и без адаптации их нецелесообразно использовать. Таким образом, установлено, что биоподобные сигналы, применяемые в гидроакустических системах связи, на примере исследования сигналов, основанных на использовании записей звуков различных видов китов, могут обладать как приемлемым значением пик-фактора, так и повышенным. На указанный вывод целесообразно обратить внимание разработчикам и производителям соответствующих гидроакустических систем связи при их проектировании, реализации и испытании.

Звукообразование и восприятие акустических сигналов животными

21.06-01.214 Натурные и модельные исследования акустических сигналов, генерируемых раком-щелкуном в б. Витязь Японского моря. *Рутенко А.Н., Ущиповский В.Г., Манульчев Д.С., Радаев И.Р., Сизов Д.А., Фершалов М.Ю. Акустический журнал.* 2021.

67, № 6, с. 684-694. Рус.

Приводятся результаты натурных и модельных исследований распространения импульсных высокочастотных акустических сигналов, генерируемых раком-щелкуном на шельфе Японского моря в бухте Витязь. Пространственные акустические измерения проводились с помощью 4 гидрофонов, устанавливаемых

в море глубиной 3 м с помощью металлических конструкций — пирамиды и рамы длиной 3 м. Численное моделирование проводилось с помощью лучевого метода мнимых источников и модового параболического уравнения. Результаты моделирования согласуются с натурными измерениями.

См. также **21.06-01.213**

Физические основы технической акустики

Устройства для генерации, репродукции, приема акустических сигналов

21.06-01.215 Модернизация эхометода ультразвуковой дефектоскопии. *Карташев В.Г., Трунов Э.И., Шалимова Е.В., Концов Р.В. Дефектоскопия.* 2021, № 11, с. 24-33. Рус.

Рассматривается модернизация эхометода ультразвуковой дефектоскопии, отличающейся тем, что кроме решетки преобразователей, контактирующих с рабочей (передней) поверхностью объекта, дополнительно используется один или несколько приемных преобразователей на боковой поверхности объекта. Данный способ расположения антенных решеток позволяет существенно улучшить разрешающую способность, а в случае использования антенной решетки на боковой поверхности объекта — получить дополнительную информацию для построения изображения внутренней структуры объекта. С целью получения потенциальной разрешающей способности используется сверхширокополосный зондирующий сигнал с гауссовской огибающей в комбинации с оригинальным алгоритмом обработки сигналов, включающий в себя суммирование, одностороннее ограничение и перемножение принятых сигналов. В работе даны некоторые практические рекомендации. Проведена оценка потенциальной разрешающей способности в различных направлениях.

См. также **21.06-01.8К**, **21.06-01.210**, **21.06-01.211**

Акустические измерения и аппаратура

21.06-01.216 Детектирование локальных нарушений ровности покрытия автодорог на основе вейвлет-преобразования данных ультразвукового профилирования. *Столбова А.А., Прохоров С.А., Головнин О.К. Динамика и виброакустика.* 2021, 7, № 1, с. 34-38. Рус.

Представлен подход к обнаружению поверхностных дефектов покрытия улиц и автодорог на основе вейвлет-анализа данных, полученных с помощью ультразвукового профилометра. Подход позволяет определить локальное расположение дефектов покрытия относительно ширины полосы автодороги. Приведены результаты применения подхода с использованием комплексного вейвлета Морле и первой производной функции Гаусса. Применение подхода снижает влияние помех, возникающих в процессе ультразвуковой диагностики покрытия улиц и автодорог.

21.06-01.217 Эмулоны и образование солитонов в дистиллированной воде. *Смирнов А.Н., Савин А.В., Сигов А.С. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2013, № 2, с. 90-93. Рус.

Изложены новые экспериментальные факты, свидетельствующие об образовании надмолекулярных комплексов воды — эмулонов с линейными размерами 1–100 мкм и временем релаксации свыше одной секунды, состоящих из пяти фракций. Для доказательства их существования применены метод акустической эмиссии (АЭ), оптический и термический методы. Разрушение эмулонов при повышении температуры порождает в водной среде солитоны. Ключевые слова: структура воды, эмулоны, акустическая эмиссия, оптическая визуализация, термический анализ, солитоны.

21.06-01.218 Мониторинг характеристик, влияющих на сход лавин. состояние, возможности и проблемы.

Черноус П.А. Экологические системы и приборы. 2021, № 11, с. 69-77. Рус.

Прогнозирование лавин в отдельном лавинном очаге рассматривается как формальная интерпретация различного рода данных, на основании которых делается заключение о возможности возникновения лавин. Качество прогнозирования зависит от качества используемых данных. Указываются возможные ошибки определения характеристик, контролирующих возникновение неустойчивых состояний снега на склоне и возникновения лавин. Рассмотрены возможности использования этих характеристик для оперативного и долгосрочного, связанного с инженерными изысканиями для строительства, прогнозирования лавин. Учтены метеорологические характеристики, характеристики снежного покрова и механические внешние воздействия, влияющие на устойчивость снега. Предложено рассматривать пространственные распределения характеристик снега в лавинном очаге как реализации случайных полей. Для описания их статистической структуры использованы оценки дисперсий и автокорреляционных функций. В качестве критериев точности характеристик снега, получаемых с сети мониторинга, рассмотрены точность интерполяции, точность замены среднего интегрального значения и математического ожидания средним арифметическим. Предложены методы рационализации измерений, на основе которых проводится оценка лавинной опасности.

21.06-01.219 Пьезоэлектрические материалы для датчиков вибрации и актюаторов в устройствах измерения плотности жидкостей и газов. *Зацерклянный О.В., Панич А.Е. Датчики и системы.* 2020, № 4, с. 48-54. Рус.

DOI: 10.25728/datsys.2020.4.9 Описаны физические принципы и требования к системе возбуждения и измерения параметров колебаний вибропреобразователя плотномера. Рассмотрены основные параметры пьезокерамических материалов, определяющие характеристики актюаторов и датчиков вибрации. Представлены критерии выбора оптимальных пьезоматериалов для применения в вибропреобразователях плотности с расширенным диапазоном рабочих температур. Проанализированы экспериментальные данные, подтверждающие оптимальность выбора пьезоматериалов.

21.06-01.220 Диагностический модуль акустико-эмиссионной системы с автоматической фильтрацией помех. *Серьезнов А.Н., Степанова Л.Н., Кабанов С.И., Чернова В.В. Датчики и системы.* 2020, № 5, с. 3-14. Рус.

DOI: 10.25728/datsys.2020.5.1 Рассмотрен принцип построения четырехканального диагностического модуля акустико-эмиссионной (АЭ) системы СШАД-16.14. Одной из проблем современной аппаратуры, построенной на основе метода АЭ, является слабая помехозащищенность. В процессе прочностных испытаний полезные сигналы АЭ, соответствующие разрушению материала конструкции, сложно отделять от помех и шумов, так как их спектр, форма и основные информативные параметры оказываются подобными, в результате чего сложно определять координаты дефектов и обеспечивать надежность контроля. В разработанной системе приведена автоматическая настройка аппаратных фильтров нижних и верхних частот с программно управляемой полосой пропускания на 16 рабочих полос. Это позволило (в зависимости от помеховой ситуации на входах измерительных каналов) осуществлять подавление помех за полосой пропускания, составляющей 80 дБ на октаву. В диагностическом блоке имеется четыре набора частот среза для фильтров нижних (20; 100; 200; 400 кГц) и верх-

них (500; 750; 1000; 2500 кГц) частот. Реализована схема автоматически перестраиваемых четырех двухзвенных активных фильтров Баттерворта верхних и нижних частот четвертого порядка, включенных в каждый измерительный канал системы. Проведена экспериментальная проверка основных метрологических характеристик модуля.

21.06-01.221 Способы минимизации влияния плотности на датчики давления на основе вибрирующего цилиндра. Алмазов В.В., Сорокин М.Ю. *Датчики и системы*. 2020, № 11, с. 50-55. Рус.

DOI: 10.25728/datsys.2020.11.7 Представлены механизмы влияния плотности измеряемой среды на выходную характеристику вибрационно-частотного датчика давления. Рассмотрены конструктивные способы минимизации и схемотехнические способы компенсации влияния плотности на вибрационно-частотные датчики давления. Показаны результаты экспериментального исследования датчика давления и датчика давления с компенсацией плотности измеряемой среды при помощи чувствительного к плотности вибрационно-частотного элемента.

21.06-01.222 Сравнение результатов ультразвукового контроля, полученных одноэлементными и многоэлементными пьезоэлектрическими преобразователями. Мелешко Н.В., Коновалов Н.Н., Соيفер Ю.Р. *В мире неразрушающего контроля*. 2021. 24, № 3, с. 46-50. Рус.

Выполнены исследования с целью сравнения результатов ультразвукового контроля, полученных ультразвуковыми дефектоскопами с одноэлементными пьезоэлектрическими преобразователями и фазированными решётками, а также приборами, реализующими SAFT алгоритм.

21.06-01.223 Влияние электролитно-плазменной полировки на механические свойства аустенитно-мартенситной трип-стали ВНС9-III. Терентьев В.Ф., Слизов А.К., Смыслов А.М., Таминдаров Д.Р., Просвирнин Д.В., Пенкин А.Г., Ширяев Л.П., Сироткин В.П. *Деформация и разрушение материалов*. 2020, № 2, с. 21-28. Рус.

DOI: 10.31044/1814-4632-2020-2-21-28 Исследовано влияние электролитно-плазменной полировки (ЭПП) на комплекс механических свойств тонколистовой аустенитно-мартенситной трип-стали ВНС9-III. Показано, что ЭПП мало влияет на статические механические свойства стали из-за особенностей образования мартенсита деформации в процессе статического растяжения. В то же время ЭПП способствует повышению предела усталости в результате снижения концентрации напряжений от поверхностных дефектов. Ключевые слова: аустенитно-мартенситная трип-сталь, электролитно-плазменная полировка, статическое растяжение, усталость, акустическая эмиссия, фрактография.

21.06-01.224 Механические и физические свойства, механизмы разрушения и остаточная прочность стали 15Х2ГМФ для нефтяных насосных штанг. Ботвина Л.Р., Тютин М.Р., Иоффе А.В., Перминова Ю.С., Просвирнин Д.В. *Деформация и разрушение материалов*. 2020, № 9, с. 22-34. Рус.

DOI: 10.31044/1814-4632-2020-9-22-34 Оценены механические свойства, изучены стабильность и механизмы разрушения стали 15Х2ГМФ при статическом, циклическом и ударном нагружении в температурном диапазоне от -100 до $+20^{\circ}\text{C}$. На различных стадиях статического и циклического нагружения прямым методом измерена реальная поврежденность и определены физические свойства стали — скорость и коэффициент затухания продольных ультразвуковых волн, коэрцитивная сила, вихрековый параметр и напряженность собственного магнитного поля. Изучено влияние предварительного циклического нагружения на остаточную прочность, параметры акустической эмиссии, измеренные в процессе растяжения циклически деформированных образцов, и механизмы разрушения. Выделены стадии накопления повреждений, характеризующиеся изменениями параметров поврежденности и физических свойств стали, и предложены информативные критерии диагностики конструкции на ранней и поздней стадиях эксплуатации. Ключевые слова: нефтяные насосные штанги, поврежденность, магнитные и

акустические свойства стали, критерии диагностики, стабильность изменения поврежденности и физических свойств.

21.06-01.225 Кинетика накопления повреждений в сплаве Д16ч при статическом нагружении. Тютин М.Р., Ботвина Л.Р., Левин В.П., Белецкий Е.Н., Петерсен Т.Б., Синев И.О. *Деформация и разрушение материалов*. 2021, № 9, с. 18-26. Рус.

DOI: 10.31044/1814-4632-2021-9-18-26 Исследована кинетика накопления повреждений в листовом алюминиевом сплаве Д16ч (система Al—Cu—Mg) на различных стадиях статического нагружения с использованием комплексной методики, включающей регистрацию сигналов акустической эмиссии (АЭ), структурные исследования, определение электросопротивления и вихрекового параметра. На основании зависимостей перечисленных характеристик от относительной деформации выделены четыре стадии разрушения образцов. Получены корреляционные экспоненциальные зависимости электросопротивления и вихрекового параметра с поврежденностью, которые могут быть использованы для диагностики состояния материала. Ключевые слова: алюминиевый сплав Д16ч, акустическая эмиссия, поврежденность, вихрековый контроль, электросопротивление, затухание и скорость ультразвуковых волн, стабильность разрушения.

21.06-01.226 Экспериментальное исследование перестраиваемого акустического фазовращателя. Невзоров А.А., Перченко С.В., Станкевич Д.А. *Письма в Журнал технической физики*. 2021. 47, № 18, с. 11-14. Рус.

Приводятся результаты численного и экспериментального исследования акустического фазовращателя на основе печки прямоугольных резонаторов Гельмгольца. Регулирование фазы прошедшей акустической волны осуществляется путем одновременного изменения объемов резонаторов с помощью шагового двигателя. В результате эксперимента установлено, что разработанный акустический фазовращатель позволяет манипулировать фазовым сдвигом волны в пределах $0-2\pi$ в диапазоне частот $2-2,5$ кГц, при этом изменение амплитуды давления на выходе составляет не более 30%. Фазовращатель может быть использован в качестве ячейки перестраиваемой акустической метаповерхности. Ключевые слова: акустика, управление волной, фазовращатель, метаповерхность.

См. также **21.06-01.69**, **21.06-01.170**, **21.06-01.215**

Медицинский ультразвук, медицинские приборы

21.06-01.227 Озон/NO-ультразвуковой метод в сочетании с фотохромным излучением и антиоксидантами в лечении больных с возрастной макулярной дегенерацией сетчатки глаза. Педдер В.В., Голубицкий А.А., Голыж Р.Н., Хрусталева Е.В., Постольник С.И., Галаянская Е.Г. *Южно-Сибирский научный вестник*. 2021, № 5, с. 3-11. Рус.

На сегодняшний день одной из лидирующих причин инвалидности по зрению является возрастная макулярная дегенерация сетчатки (ВМД). Заболевание характеризуется преимущественным поражением хориокапиллярного слоя, мембраны Бруха и пигментного эпителия сетчатки, с последующим вовлечением фоторецепторов. За последнее десятилетие отмечается существенный рост частоты возникновения данной патологии как в пожилом, так и в молодом возрасте. Различают сухую и влажную форму ВМД. Повреждающие факторы различной этиологии запускают каскад патогенетических реакций, которые приводят к необратимой потере центрального зрения. В патогенезе заболевания существенная роль принадлежит окислительному стрессу, вследствие нарушения баланса между окислительными и антиоксидантными системами, вызывающего нарушение целостности комплекса фоторецепторов и пигментного эпителия сетчатки. Нарушение микроциркуляции в наружных слоях сетчатки приводит к накоплению эндотоксинов. Лимфатическая система, как одна из важнейших саногенно-потентных функций организма, участвует в купировании эндотоксикоза у больных ВМД за счёт лимфатической сорбции

токсикозов непосредственно в тканях с помощью лимфатических капилляров заинтересованного лимфорегиона. Отсутствие достаточно эффективных методов лечения макулодистрофии сетчатки глаза, позволяющих повысить зрительную функцию и предотвратить прогрессирование слепоты у пациентов, стимулирует поиск методов, использующих комплексное воздействие на патологически изменённые ткани глаза. В статье представлено обоснование комбинированного озон/НО-ультразвукового метода в сочетании с фотохромным и лазерным излучениями и антиоксидантами в лечении макулодистрофии сетчатки, позволяющими воздействовать на сетчатку глаз, как через слизистую полостей носа, так и поверхностно через кожные покровы лица и шеи в заинтересованных областях проекций лимфатических узлов и интерстиция по ходу отводящих от зрительного анализатора лимфатических сосудов. Предложенный метод лечения больных с ВМД позволяет осуществлять комбинированное лечебное воздействие комплексом физических и физико-химических факторов на дистрофически изменённую сетчатку глаз для купирования патологического процесса.

21.06-01.228 Применение метода перенормировки с ограничением к обработке медицинских ультразвуковых изображений. Кокошкин А.В. Журнал радиоэлектроники. 2020, № 10, с. 5. Рус.

Предлагается применение методики сочетания модернизированного метода перенормировки с ограничением с последующей билатеральной фильтрацией для улучшения качества медицинских ультразвуковых изображений. Обработка по такому алгоритму повышает общий контраст изображения, сглаживает спекл-шум и позволяет хорошо справляться с определением локализации значимых объектов. Представленные результаты свидетельствуют о существенном повышении качества изображений УЗИ, что может служить вспомогательным инструментарием для медицинских работников при уточнении постановки диагноза.

Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

21.06-01.229 Проверка гипотезы полигармоничности применительно к задаче вибродиагностики роторного оборудования. Колоколов А.С., Вороничев П.П. Датчики и системы. 2021, № 2, с. 56-60. Рус.

Проведены стендовые испытания синхронного двигателя, в результате которых записаны сигналы с датчика частоты вращения вала и акселерометра. На основе сравнительного анализа пиков в амплитудных спектрах и регистрируемых сигналов с датчиков, сделан вывод о несостоятельности полигармонической гипотезы для описания вибрационных сигналов.

21.06-01.230 Разработка метода ультразвукового контроля качества пластиковых изделий, полученных методом ротационного формования. Гайсин Р.С., Тюканько В.Ю., Демьяненко А.В. Дефектоскопия. 2021,

№ 11, с. 34-40. Рус.

В настоящее время в мире ускоренными темпами развивается технология ротационного формования пластмасс. Однако при данном методе переработки возможно возникновение в стенках изделий «микропузырьков», которые значительно ухудшают их качество. В данной работе для оценки качества пластиковых изделий был применен метод ультразвукового контроля (УЗК). С помощью эхометода при рабочей частоте 2,5 МГц был проведен анализ образцов различной степени качества. Выявлено, что скорость распространения ультразвукового сигнала не зависит от степени качества изделий и составляет 2330 ± 10 м/с. Установлено, что чем больше параметр шероховатости поверхности изделий R_z (от 2,5 до 20 мкм), тем меньше становится амплитуда донного сигнала A_d . Недопеченный образец определяется по параметрам A_d (от $-6,0$ до $-15,0$ МГц). Определен эталонный образец ($\rho = 0,942$ г/см³), с помощью которого можно калибровать дефектоскоп, его $A_d = 0$ дБ при рабочей частоте 2,5 МГц. Выявлена зависимость между плотностью/пропеченностью изделий и амплитудой донного сигнала. Доказана возможность выявления внутренних дефектов изделий методом УЗК. Предложена новая методика выявления годных изделий в производстве, с помощью которой можно определить степень качества изделий.

21.06-01.231 Преимущества нового дефектоскопа с фазированными решетками OmniScan X3 и метода общей фокусировки TFM при ультразвуковом контроле сварных швов. Пепеляев А.В. Техн. диагност. и неразруш. контроль. 2021, № 4, <http://www.tndt.idspektr.ru/index.php/current-issue>. Рус.

См. также **21.06-01.57, 21.06-01.72, 21.06-01.73, 21.06-01.74, 21.06-01.77, 21.06-01.111, 21.06-01.115, 21.06-01.203, 21.06-01.204, 21.06-01.215, 21.06-01.221, 21.06-01.222, 21.06-01.223, 21.06-01.224, 21.06-01.225**

Акустические методы обработки материалов и изделий

См. **21.06-01.110, 21.06-01.139**

Акустические технологии в промышленности

См. **21.06-01.216, 21.06-01.223, 21.06-01.224, 21.06-01.225**

Акустический мониторинг технологических процессов

См. **21.06-01.223, 21.06-01.224, 21.06-01.225**

Акустическая метрология и калибровка

См. **21.06-01.65**

Физика

21.06-01.232 Динамика решетки теллуридов меди и серебра. Биккулова Н.Н., Горемычкин Е.А., Акманова Г.Р., Курбангулов А.Р., Биккулова Л.В., Сафаргалыев Д.И., Нигматуллина Г.Р., Алымов М.И. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021, 500, № 1, с. 3-6. Рус.

Впервые представлены результаты исследований теллуридов меди и серебра методом неупругого рассеяния нейтронов при температуре 300 К в несуперионной фазе. Впервые получены динамические структурные факторы, обобщенные плотности фононных состояний и определены величины низкоэнергетических мод данных соединений. Фононные спектры теллуридов меди и серебра имеют особенности, характерные для структурно-разупорядоченных соединений. Вид фононного спектра в несуперионном состоянии характеризуется большой плотностью фононных мод в области малых частот.

21.06-01.233 Лидарный мониторинг влажности биологических объектов. Гришин М.Я., Леднёв В.Н., Сдвиженский П.А., Павкин Д.Ю., Никитин Е.А., Бункин А.Ф., Першин С.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021, 500, № 1, с. 7-11. Рус.

Впервые проведены эксперименты по лазерному дистанционному зондированию влажности биологических объектов, имеющих важное значение для агропромышленности. Зондирование проводили с помощью разработанного в ИОФ РАН флуоресцентного лидара на базе импульсного твердотельного лазера (527 нм, 5 нс, 1 кГц, 200 мкДж/имп) и стробируемой камеры с усилителем яркости. Зарегистрированы спектры лазерной флуоресценции различных биологических объектов растительного происхождения при различном значении влажности. Потеря воды сопровождалась деградацией биологических пиг-

ментов, что приводит к неравномерному увеличению интенсивности полос в спектре флуоресценции для разных спектральных диапазонов. Показано, что отношение спектральных полос хлорофилла а (680 нм) и протохлорофиллида (630 нм) имеет наилучшую корреляцию с остаточной влажностью, что открывает перспективное направление лидарного измерения и мониторинга влажности/сухого вещества в силосе или многолетних травах.

21.06-01.234 Параметрическое уширение электронно-колебательного спектра молекулы в связи с нулевыми колебаниями и тепловыми флуктуациями межатомных связей. *Лебедев-Степанов П.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 12-20. Рус.

В рамках приближения Борна—Оппенгеймера впервые показано существование принципиально нового типа уширения спектральной линии электронно-колебательно-вращательного (ровибронного) перехода в молекуле, обусловленного нулевыми колебаниями и тепловыми флуктуациями ядер атомов около их положений равновесия при колебательно-вращательном движении внутри молекулы. В рамках гармонического приближения для описания поверхностной потенциальной энергии основного и возбужденного состояний получено количественное описание формы и ширины линии электронного перехода, отвечающей данному типу уширения, названного параметрическим, поскольку энергия любого ровибронного уровня и перехода между уровнями параметрически зависит от текущего мгновенного положения ядер, которые движутся много медленнее, чем электроны. Для учета этого эффекта предложены диаграммы Франка—Кондона с наклонными (изогнутыми) колебательными уровнями. Найден выражения параметрически уширенной спектральной интенсивности вибронного перехода. Показано, что основной электронный уровень размыт, как и любой другой ровибронный уровень, когда речь идет о молекулах, ядерная система которых термализована внешней средой. Этим эффектом нельзя пренебречь в ровибронных спектрах любых типов молекул, поскольку он связан с квантовой неопределенностью ядерных координат, вызывающей флуктуации энергии электронной подсистемы молекулы. Величина такого уширяющего эффекта оценивается на примере (0-0)-перехода в серии мономеров полиметиновых красителей. Оценка показала, что величина параметрического уширения указанной бесфоновой линии соизмерима с уширением, наблюдаемым в эксперименте. Существующие квантово-химические методы расчета молекулярных спектров не учитывают параметрического уширения. Они сглаживают квазиконтинуум близко расположенных ровибронных переходов, приближенно вычисляя их общую огибающую, но не рассматривают уширения одиночного перехода. Создание теории параметрического уширения будет способствовать разработке внутримолекулярных преобразователей энергии от ядер к электронам и наоборот, сенсорных нанозондов, квантовых радиотехнических, фотоакустических и акустооптических, приемно-передающих или преобразующих устройств молекулярного размера.

21.06-01.235 Тонкое полупроводниковое квантовое кольцо — аналог атома Бора, управляемого магнитным полем. *Мандель А.М., Ошурко В.В., Першин С.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 21-25. Рус.

Главный признак полуклассического боровского атома — целочисленное квантование орбитального момента электрона — можно реализовать в тонком полупроводниковом квантовом кольце. Такое кольцо из-за наличия двух неэквивалентных гетерограниц обладает уникальными правилами отбора. Они позволяют свести спектр кольца к единственному одноэлектронному состоянию с заранее определенными квантовыми числами, полностью управляемыми магнитным полем. Переключая поле, можно формировать в кольце состояния с заранее необходимыми квантовыми числами и вызывать требуемые переходы между этими состояниями. Обсуждается энергетика этих переходов. Установлено, что существует теоретическая возможность преобразования тепловой энергии в энергию направленного монохроматического излучения.

21.06-01.236 Анализ природных и синтетических

соединений, содержащих полиеновые цепи, методом спектроскопии комбинационного рассеяния. *Новиков В.С., Кузнецов С.М., Кузьмин В.В., Прохоров К.А., Сагитова Е.А., Дарвин М.Е., Ладеманн Ю., Устынюк Л.Ю., Николаева Г.Ю. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 26-33. Рус.

Проведен теоретический анализ зависимости спектров комбинационного рассеяния молекул, содержащих полиеновые цепи, от длины сопряжения, структуры боковых и концевых групп и типа изомера.

21.06-01.237 Визуализация областей контакта сред в течениях импакта капли с химическими реакциями. *Чашечкин Ю.Д., Ильиных А.Ю. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 39-47. Рус.

Впервые проведена видеорегистрация процесса слияния капли раствора хлорного железа (концентрация 16 и 1%) с раствором роданида аммония (20%), включающего фазу формирования и реструктуризации системы наклонных петель на поверхности каверны, визуализированной продуктами химической реакции. Образующийся при слиянии жидкостей ярко окрашенный раствор роданида железа также попадает в капельки первичного контакта и группы последующих брызг. Волокна, содержащие роданид железа, образуют линейчатые и сетчатые структуры на стенках каверны и венца. На дне каверны под узлами сеток формируются выступы и мелкие кольцевые вихри на ножках. В фазе коллапса каверны выступы вытягиваются в наклонные петли длиной до 4.6 мм, вторгающиеся в принимающую жидкость. В ходе эволюции течения волокна перестраиваются с образованием новых структур. Тонко окрашенные области сохраняются длительное время и расплываются под действием процессов диффузии.

21.06-01.238 О равновесии твердого тела, опирающегося одной точкой на шероховатую плоскость. *Розенблат Г.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 500, № 1, с. 57-64. Рус.

Рассматривается задача о возможном и обязательном (в смысле Джеллетта) равновесии твердого тела, которое контактирует одной своей точкой с шероховатой плоскостью и находится под действием произвольной системы сил. Распределения масс в теле (т.е. центральный тензор инерции и положение центра масс тела относительно точки опоры) предполагаются произвольными. В точке контакта тела с опорой (односторонняя связь) действует сила сухого трения, подчиняющаяся классическому закону Кулона—Эйлера. Получены необходимые и достаточные условия обязательного равновесия. Эти условия выражаются простыми аналитическими формулами. Приводится сравнение с соответствующими результатами для плоского случая, полученными ранее.

21.06-01.239 Радиальная реакция углеродной нанотрубки на динамическое давление. *Дмитриев С.В., Ильгамов М.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 501, № 1, с. 8-13. Рус.

Рассматривается радиальная динамика однослойной углеродной нанотрубки при динамическом сжатии в линейной постановке. Применяется уравнение изгибной деформации тонкостенной цилиндрической оболочки (кругового кольца), основанное на гипотезах Кирхгоффа. Привлекается эффективный параметр, полученный сравнением собственных частот в рамках молекулярной динамики и теории упругих оболочек. Прикладываемое внешнее давление изменяется ступенчато и далее остается постоянным в пределах рассматриваемого времени. В зависимости от отношения этого давления к критическому значению статического давления изучаются режимы колебательного движения и экспоненциального возрастания прогиба. Эти величины представляются также через число атомов углерода, образующих круговое кольцо.

21.06-01.240 О перспективах инфракрасных лазеров в воздушных электрореактивных двигателях. *Чернышев С.Л., Локтионов Е.Ю., Сагалаков А.Э., Скворцов В.В., Филатьев А.С., Успенский А.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 501,

№ 1, с. 19-22. Рус.

Приведены результаты исследований применения твердотельных лазеров, работающих в инфракрасном диапазоне, в сочетании со специальными мишенями для получения первичных электронов в камерах ионизации плазменно-ионных двигателей. Такие двигатели, оснащенные свободномолекулярными воздухозаборниками для использования газов окружающей атмосферы в качестве рабочего тела, образуют воздушные электрореактивные двигатели, высокоэффективные для длительного поддержания космических аппаратов на сверхнизких орбитах, дающих значительные преимущества в дистанционном зондировании Земли и телекоммуникации. Показано, что предложенный способ эмиссии электронов может являться альтернативой применяемым сегодня катодам, нагреваемым током, для существенного увеличения срока их активного существования.

21.06-01.241 Гарантированная оценка состояния динамической системы при наличии наблюдений с ограниченной величиной погрешности. *Шматков А.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 501, № 1, с. 59-62. Рус.

Получены уравнения для вычисления оптимальной гарантированной оценки состояния динамической системы по данным наблюдений при наличии ограниченного по величине шума. Для линейных по фазовому вектору и вектору наблюдений дифференциальных уравнений, описывающих искомую оценку, в рамках метода эллипсоидов показано, что оптимальное решение состоит из участков, где игнорируются либо данные наблюдений, либо свойства системы.

21.06-01.242 Гидродинамические генераторы колебаний — новый тип устройств для осуществления периодических воздействий. *Велиев Е.И., Ганиев Р.Ф., Корнеев А.С., Украинский Л.Е. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 501, № 1, с. 63-67. Рус.

Для проведения исследований механических периодических воздействий на человека предлагается использовать новый тип устройств — гидродинамические генераторы колебаний (волновые гидромассажеры), способные создавать в гидродинамических течениях трехмерные (в частности, спиральные) волны с амплитудами и частотами скоростей и давлений широкого спектра, в том числе с зонами разрежения на обрабатываемой поверхности. Полученные данные могут быть использованы при проектировании гидромассажных устройств для физиотерапии.

21.06-01.243 Моделирование торможения осевого потока вихревыми следами на лопасти НЕЖ. *Окулов В.Л. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2021. 501, № 1, с. 68-72. Рус.

Представлены результаты аналитического моделирования системы винтовых вихрей, сходящих с концов вращающихся лопастей ротора НЕЖ, предложенного Н.Е. Жуковским. В работе построено аналитическое решение для определения скорости торможения потока на лопасти, индуцированной вихревым следом. Впервые для моделирования вихревой системы следа использовалась модель с равномерным распределением завихренности в ядре каждого концевой вихря, сходящего с лопастей ротора НЕЖ. Решение получено с помощью обобщения на многоточечную систему лопастных вихрей метода Дайсона, применявшегося ранее только для отдельного винтового вихря. Данный результат может быть использован при построении теоретических и численных моделей, для оценки оптимальной производительности роторов и предсказания возникновения эрозии и обледенения на их лопастях. Результаты работы представляют интерес для фундаментального понимания и описания поведения потоков с системой винтовых вихрей в роторной аэродинамике и других исследованиях, где в закрученных течениях возникают многоточечные структуры винтовой формы, например, в ядрах торнадо, в вихревых аппаратах и циклонных сепараторах, в камерах сгорания и др.

21.06-01.244 Модель эволюции распределений степеней вершин графов социальных сетей. *Кислицын А.А., Орлов Ю.Н. Мат. моделир.* 2021. 33, № 9, с. 3-21. Рус.

Исследуются распределения степеней вершин сетевого графа, образованного дружескими связями социальной сети «ВКонтакте». Вершины социальных графов многомерны, поскольку пользователь описывается многими параметрами, основными из которых, указываемыми при регистрации, являются пол, возраст, регион проживания. Цель исследования состоит в разработке модели, позволяющей приближенно описать структуру связей графа на основе анализа эмпирических частот связей между вершинами. Выяснилось, что распределение вершин социального графа по степеням сильно зависит от того, какому параметру отвечает вершина. Так, распределение региональных связей без учета пола и возраста близко к равномерному, а распределение возрастных связей без учета пола и региона имеет треугольный вид. В результате «городской» граф имеет большое полносвязное ядро и разреженную периферию, а «возрастной» граф — полносвязные сообщества из 5—7 вершин, слабо связанных одно с другим. В работе построены модельные распределения степеней многомерных вершин сетевого графа и изучена зависимость плотности графа от ранга параметров вершин. Рассмотрены также различные способы кластеризации вершин с целью получения полносвязного графа и представлена модель эволюции матриц смежности.

21.06-01.245 Создание математической модели нейронной сети для морфологической оценки репарации и ремоделирования костного дефекта. *Федосова Н.В., Берченко Г.Н., Машошин Д.В. Мат. моделир.* 2021. 33, № 9, с. 22-34. Рус.

В настоящее время уже не возникает сомнений в том, что применение моделей искусственного интеллекта имеет исключительный потенциал во многих сферах нашей жизни, включая медицину, поскольку выводит медицинское исследование на принципиально новый качественный уровень за счет высокой степени точности анализа растущих объемов медицинских данных, исключая влияние человеческого фактора и соответствующие медицинские ошибки. Несмотря на бурное развитие нейронных сетей, их практическое применение в современных научных исследованиях встречается крайне редко. В отечественной или зарубежной литературе отсутствуют работы, где нейронные сети используются для обработки морфологических изображений, полученных в результате научного эксперимента. Используемые в настоящее время для этой цели методы математической статистики очень сложны и в большинстве случаев трудны для врачей и биологов. Это приводит к большому количеству ошибок и в ряде случаев к ненаучным и абсурдным выводам. Поэтому авторы данной работы разработали методологию построения математической модели сверточной нейронной сети GoogLeNet, с помощью которой была проведена морфологическая оценка процесса заживления костного дефекта. Морфологическое исследование, проведенное экспертом патологоанатомом, подтверждает результаты обработки гистологических препаратов математической моделью. Достоверность результатов проведенного качественного и количественного морфологического исследования — анализа изображений с помощью разработанной авторами статьи модели нейронной сети — значительно превышает достоверность обработки результатов, выполненных специалистом традиционным способом. Это становится возможным, поскольку при обработке изображений с помощью математической модели производится исследование всех полей зрения микроскопа гистологического материала, что позволяет исключить элемент случайной выборки, а также человеческий фактор при оценке результатов исследования.

21.06-01.246 О двух подходах эффективного понижения размерности для задач переноса теплового излучения в многомерной геометрии. *Грабовенская С.А., Завьялов В.В., Шестаков А.А. Мат. моделир.* 2021. 33, № 9, с. 35-46. Рус.

Математическое моделирование нестационарного переноса лучистой энергии в кинетической постановке является весьма трудоемкой задачей. Это связано с нелинейностью решаемой системы и ее большой размерностью. В общем случае кинетическое уравнение переноса решается в 7-мерном фазовом пространстве, что требует больших вычислительных ресурсов. Поэтому исторически предпринимались попытки упростить ис-

ходную решаемую систему. Однако упрощающие предположения а priori могут ухудшать качество решения. Существенным шагом вперед стало квазидиффузионное приближение, предложенное В.Я. Гольдиным в 1964 г для переноса нейтронов и ставшее впоследствии одним из эффективных методов решения задач переноса нейтральных частиц. Метод квазидиффузии учитывает кинетические эффекты через коэффициенты, насчитываемые при периодическом решении кинетического уравнения. Существуют и другие подходы к упрощению исходной системы. В 2010 г. М.Ю. Козмановым и Н.Г. Карлыхановым для одномерной геометрии была предложена другая модель, идеологически близкая к алгоритму квазидиффузии. В этой модели в уравнение диффузии вводятся коэффициенты, полученные при решении кинетического уравнения. Данный подход активно развивается в РФЯЦ-ВНИИТФ как в практическом, так и в теоретическом плане, и опыт использования позволяет надеяться на его широкое применение. В статье конспективно рассматриваются эти две модели и приводятся результаты расчетов двух тестовых задач в двумерной осесимметричной геометрии.

21.06-01.247 Алгоритмы поведения водителей на нерегулируемых перекрестках с приоритетом и при объезде препятствий. Чечина А.А. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 9, с. 47-59. Рус.

Представлен набор алгоритмов «вежливый водитель» для двумерной микроскопической модели движения автотранспорта на основе теории клеточных автоматов. Рассмотрены случаи перестроения при объезде препятствия на многополосной дороге и въезд в второстепенной дороге на главную; для каждого случая представлена блок-схема алгоритма «вежливый водитель». Обсуждаются особенности программной реализации алгоритмов в составе комплекса программ для моделирования транспортных потоков. Проведены тестовые расчеты для апробации алгоритмов. Расчеты показывают, что наличие в модели «вежливых» водителей позволяет снизить время ожидания перестроения или въезда для автомобилей без приоритета, что соответствует реальной ситуации. Представленные результаты подтверждают, что созданные алгоритмы и программные модули позволяют адекватно моделировать различные ситуации, возникающие при движении автотранспорта и обусловленные «человеческим фактором».

21.06-01.248 Стохастическая модель гистерезисного преобразователя с доменной структурой. Борзюнов С.В., Семенов М.Е., Сельвестюк Н.И., Мелешенко П.А., Соловьев А.М. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 9, с. 60-86. Рус.

Работа посвящена обобщению одной из самых «популярных» конструктивных моделей гистерезиса — преобразователя Прейзаха (континуальная система неидеальных реле, соединенных параллельно). Во многих прикладных задачах, связанных с моделированием гистерезисных эффектов, где априори предполагается доменная структура носителей гистерезисных свойств (многократное перемагничивание ферромагнитных составляющих электромагнитных систем, поляризация сегнетоэлектрика в зависимости от напряженности электрического поля, зависимость занятости от цены на монооварных рынках и др.), приходится сталкиваться с необходимостью учитывать неопределенности в реакциях отдельных доменов на внешнее воздействие. В настоящей работе предложен инструментальный метод, позволяющий учитывать такие неопределенности посредством стохастических моделей элементарных носителей гистерезисных свойств. Рассмотрены основные свойства дискретной и континуальной систем реле, параметры которых трактуются как случайные величины, при этом выход системы реле представляется как случайный процесс. Исследована корректность определения, в частности, установлена независимость выхода (случайного процесса) от способа дискретизации в рамках предельного перехода от конечной к континуальной системе неидеальных реле, а также установлена управляемость и монотонность (в рамках соответствующего определения) стохастического аналога преобразователя Прейзаха.

21.06-01.249 Численное моделирование фильтрации смеси пар—вода—нефть при паротепловом воздействии на пласт. Бублик С.А., Семин М.А. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 9, с. 108-128. Рус.

Представлена математическая модель и алгоритм численного моделирования фильтрации трехфазной смеси пар—вода—нефть в пористом пласте при паротепловом воздействии на него. Рассматривается двумерная постановка задачи, конвективный и диффузионный механизмы тепло- и массопереноса смеси. Физические свойства пласта принимаются однородными и изотропными, явный учет трещиноватости пласта не производится. Свойства пара и воды считаются не зависящими от термодинамических параметров системы. Физические свойства нефти также не зависят от термодинамических параметров системы за исключением динамической вязкости, которая является функцией температуры. Для описания изменения паро-, водо- и нефтенасыщенности используются нестационарные балансовые соотношения для каждой фазы. Из этих соотношений и закона фильтрации Дарси получено уравнение пьезопроводности для расчета распределения давления. Расчет температуры смеси осуществляется с помощью уравнения теплопроводности в рамках гипотезы о квазиравновесном тепловом состоянии всех рассматриваемых фаз и единой температуре. В модели также учитываются фазовые переходы между паром и водой. Для этого используется модель W.H. Lee. Пространственная дискретизация полученных уравнений осуществлялась методом конечных объемов, а дискретизация по времени — с помощью прямой схемы Эйлера. Поскольку используемые балансовые уравнения являются нелинейными, то для их численного решения применен метод Ньютона. С помощью построенной численной схемы проведено моделирование фильтрации трехфазной смеси пар-вода-нефть через пористый пласт в условиях парогравитационного дренирования. В ходе анализа результатов моделирования показаны особенности предложенного численного метода, возникающие при учёте фазового перехода между паром и водой.

21.06-01.250 MPI+OpenMP реализация метода сопряженных градиентов с факторизованными неявными предобуславливателями. Милокова О.Ю. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 10, с. 19-38. Рус.

Предлагаются безытерационные способы применения MPI+OpenMP технологии при построении и обращении предобуславливателей блочного Якоби в сочетании с неполным треугольным разложением с отсечением по параметру первого порядка IC1 и стабилизированного неполного треугольного разложения с отсечением по параметру второго порядка IC2S. При этом число блоков в блочном Якоби кратно числу используемых процессоров и числу используемых потоков. Получены оценки числа итераций метода сопряженных градиентов с предобуславливанием блочного Якоби в сочетании с IC1 или IC2S. С помощью расчетов модельных задач и ряда задач из коллекции разреженных матриц SuiteSparse показано, что применение MPI+OpenMP технологии позволяет существенно ускорить вычисления по сравнению с применением только MPI для не слишком большого числа узлов суперкомпьютерной системы.

21.06-01.251 Линейный анализ неустойчивостей в системе реакции—субдиффузии смешанного порядка. Зенюк Д.А., Малинецкий Г.Г. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 10, с. 39-50. Рус.

Рассматривается двухкомпонентная среда с субдиффузионным транспортом и нелинейной химической кинетикой. Формально такая система может быть представлена в виде связанных уравнений с производными Капуто разного порядка. С помощью линейного анализа установлено, что соотношение показателей дробных производных существенно влияет на отбор паттернов, которые могут возникать в системе. Также продемонстрирован новый тип бифуркаций, который невозможно наблюдать в аналогичной системе с обычными производными. Проведенный анализ дополнен результатами прямого численного моделирования.

21.06-01.252 О моделировании ударной ионизации ионов в приближении искаженных волн. Захаров В.С., Жуковский М.Е., Марков М.Б., Захаров С.В. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 10, с. 51-64. Рус.

Характеристики состояния атомов и ионов, вычисленные в квантово-статистической модели Хартри—Фока—Слэтера, ис-

пользованы для прямого расчета дифференциальных и полных сечений процессов ионизации электронным ударом однократных ионов кислорода и азота в приближении искаженных волн. Сходимость сечений обосновывает применимость приближения для расчета сечений ударной ионизации ионов электронами в газоплазменных образованиях. Вычисленные сечения сравниваются с аналитическими приближениями и доступными экспериментальными данными. Результаты расчетов показывают, что предложенный метод дает надежные результаты, что в сочетании с применимостью модели Хартри—Фока—Слэттера в большом диапазоне температур и плотностей позволяет использовать его в широком интервале энергий и зарядов ионов.

21.06-01.253 **Бесшовный балансно-характеристический метод решения задач взаимодействия жидкости и газа с деформируемыми объектами. Головизнин В.М., Афанасьев Н.А. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 10, с. 65-82. Рус.**

Построен новый балансно-характеристический метод решения задач взаимодействия потоков жидкости и газа с деформируемыми объектами. Предложенный метод является представителем семейства так называемых монолитных (или бесшовных) методов, в которых и газ, и деформация объектов рассчитываются с помощью единой численной схемы, позволяющей естественным образом моделировать границу раздела между газом и телами. Полученный метод является явным, легко масштабируемым, и использует лагранжевы координаты для моделирования деформации тел и смешанные эйлерово-лагранжевые — для моделирования течения газа. Ключевой особенностью метода является обратимый по времени алгоритм передвижения расчетной сетки, что позволяет избавиться от численной диссипации схемы. Метод тестируется на ряде одномерных и двумерных задач: переходе акустических колебаний из газа в упругую среду, воздушном ударе об упругое тело, генерации сферических акустических волн колеблющейся балкой.

21.06-01.254 **Модель обнаружения глобул на изображениях новообразований кожи. Никитаев В.Г., Проничев А.Н., Тамразова О.В., Сергеев В.Ю., Лим А.О., Козлов В.С. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 10, с. 83-95. Рус.**

Статья посвящена цифровой обработке изображений новообразований кожи для обнаружения значимых при диагностике меланомы структурных элементов — глобул (глыбок, комков). Предложена новая модель обработки, позволяющая в разноконтрастных изображениях устойчиво выделять глобулы без необходимости выполнения ручной подстройки параметров. Представлены результаты эксперимента, подтверждающие адекватность модели. Точность распознавания глобул составила от 81 до 89% в зависимости от контрастности исходных изображений. Экспериментальная выборка изображений содержала 2868 глобул.

21.06-01.255 **Моделирование пространственно-временного распределения лекарственного агента в биологической ткани. Гиневский А.Ф., Гиневский Д.А., Ижевский П.В. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 11, с. 3-17. Рус.**

Предложена математическая модель фармакокинетики противопухолевых препаратов, представляющая биологическую ткань в виде случайно-неоднородной среды. Модель базируется на системе уравнений реакции-диффузии, в которой коэффициенты являются случайными функциями пространства и времени. Коэффициенты модели вычисляются исходя из вероятности протекания процессов в живой ткани. Показаны примеры применения предлагаемого подхода на двух препаратах: «Цисплатин», используемый при химиотерапии рака, и «Ворфендилаланин», предлагаемый как агент, повышающий дозу при облучении. Модель демонстрирует хорошее совпадение с результатами известных экспериментов. Описанный метод построения моделей фармакокинетики лекарственных препаратов может служить универсальным подходом для моделирования пространственно-временного распределения многих лекарств, в том числе использующих наночастицы. Результаты моделирования позволили предложить оптимизацию существующих протоколов химиотерапевтического и радиологического лечения.

21.06-01.256 **Развитие математических моделей эпидемии с учетом влияния изоляции особей в популяции.**

Аманбаев Т.Р., Энтони С.Д. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 11, с. 39-60. Рус.

Анализируется влияние изоляции особей популяции на динамику эпидемии. На основе SIR модели построена SIRD_i модель, где учитывается изоляция особей, а также наличие умерших больных, которую уместно использовать в случаях обширного распространения инфекции, когда число инфицированных сравнимо с числом уязвимых (т.е. тех, кто может быть инфицирован — Susceptible). Предлагаются упрощенные IRD и IRD_i модели для изучения распространения инфекционной болезни на начальном этапе эпидемии (или для случая, когда скорость распространения инфекции не велика). Обнаружено, что существует пороговое значение коэффициента (доли) изоляции, которое разграничивает качественно разное поведение эпидемических показателей популяционной системы. Приведено сравнение между разными моделями. Показано, что упрощенная (IRD_i) и более сложная (SIRD_i) модели на начальном этапе эпидемии дают приблизительно одинаковые результаты.

21.06-01.257 **Численное исследование влияния преграды на обтекание вертикально-осевой ветротурбины. Бондарев А.Е., Бондаренко А.В., Галактионов В.А., Жуков В.Т., Мануковский К.В., Новикова Н.Д., Федоритова О.В. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 11, с. 61-76. Рус.**

Представлены результаты численного моделирования вертикально-осевой ветротурбины на основе решения трехмерных осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье—Стокса с моделью турбулентности Спаларта—Аллмареса. Для ветротурбины геликоидного типа с тремя спирально закрученными лопастями приведены результаты параметрических расчетов вязкого сжимаемого обтекания в условиях, моделирующих городскую инфраструктуру.

21.06-01.258 **Мультисекторная модель ограничения соседства: сегрегация агентов и оптимизация характеристик среды. Аюпов А.С., Бекларян Л.А., Бекларян А.Л. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 11, с. 95-111. Рус.**

Представлен подход к исследованию эффектов сегрегации с использованием разработанной мультисекторной модели ограниченного соседства. Предложена модель эволюционной динамики сообщества, состоящего из местного (коренные жители) и внешнего населения (мигрантов), взаимодействующих в искусственной социально-экономической системе, в которой выделены ключевые секторы экономики: добыча сырья (первичный сектор, привлекающей преимущественно мигрантов), производственный сектор (вторичный сектор, привлекающий преимущественно коренных жителей) и сфера низкотехнологичных и высокотехнологичных услуг (третичный и четверичный сектора экономики, привлекающие мигрантов и коренных жителей, соответственно). Формирование рабочих мест в данных секторах экономики осуществляется централизованно с использованием ранее предложенного алгоритма нечеткой кластеризации. Выполнены имитационные эксперименты и исследованы эффекты сегрегации, обусловленные стремлением агентов к поиску наиболее предпочтительных рабочих мест в условиях ограниченного соседства при различных сценарных условиях. Используя предложенный генетический алгоритм, решена важная оптимизационная задача по максимизации темпов роста ВВП и минимизации уровня сегрегации населения.

21.06-01.259 **Квазигидродинамический алгоритм в задаче моделирования аттракторов внутренних волн. Рязанов Д.А. *Мат. моделир.* 2021. 33, № 12, с. 3-20. Рус.**

На примере задачи моделирования волновых аттракторов в стратифицированной жидкости демонстрируются преимущества квазигазодинамического алгоритма (QHDFoam) перед классическим алгоритмом расщепления операторов (PISO). Оба алгоритма реализованы методом конечного объема на базе программного пакета OpenFOAM с открытым исходным кодом. Показано, что применение алгоритма PISO не воспроизводит динамику многократного отражения и фокусировки внутренних волн в стратифицированной жидкости во время взаимодействия с границами расчетной области. QHDFoam алгоритм, основанный на решении регуляризованных уравнений Навье—Стокса, дает результаты, близкие к данным спектрально-элементного метода высокого порядка, данные которого в этой

работе считаются эталонными.

21.06-01.260 Двумерная модель для расчета рабочего процесса двигателя с искровым зажиганием. *Сергеев С.С. Мат. моделир.* 2021. 33, № 12, с. 21-32. Рус.

Разработана двумерная модель рабочего процесса — программа «ПАР» (Предварительный Анализ Расчетов), предназначенная для предварительного планирования трехмерных численных расчетов рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания. Модель базируется на решении уравнения сохранения энергии в частных производных на основе метода контрольных объемов с явным выделением фронта пламени. Предложен новый подход к моделированию распространения пламени в двигателе внутреннего сгорания, заключающийся в комбинации сеточного метода контрольных объемов и расчета видимой скорости пламени на основе экспериментальных данных (с учетом стадии развития очага пламени). В этом случае отпадает необходимость решения уравнения переноса импульса и компонентов газовой смеси для определения текущего положения фронта пламени. Таким образом, достоинствами данной модели являются быстрое выполнение счета и хорошая предсказательная способность. Дополнительно программа может применяться для предварительной проверки трехмерных расчетов, когда экспериментальные данные отсутствуют, а также для получения характеристики тепловыделения для нульмерных (термодинамических) моделей рабочего процесса.

21.06-01.261 Моделирование тока разряда конденсатора в потоке тормозного излучения ускорителя электронов. *Воронин Ф.Н., Казаков Е.Д., Косарев О.С., Марков М.Б., Тараканов И.А. Мат. моделир.* 2021. 33, № 12, с. 33-48. Рус.

Рассмотрен физический эксперимент, выполненный для проверки математической модели генерации электронами тормозного излучения и образования электромагнитного поля при его рассеянии. В ходе эксперимента сильноточный ускоритель электронов облучал мишень-конвертор. Образовавшееся тормозное излучение генерировало поток электронов эмиссии и электромагнитное поле в герметичной камере. Разработана математическая модель измерительной цепи, использованной для экспериментального определения электрического тока в камере. Результаты физических и моделирующих их вычислительных экспериментов совпали с удовлетворительной точностью. Установлено, что необходимым условием подтверждения модели является учет измерительного оборудования в вычислительном эксперименте и использование для сравнения непосредственно измеряемых величин.

21.06-01.262 Математическая модель оценки информационного воздействия на электорат в социальных медиа при проведении выборных кампаний. *Полянский И.С., Логинов К.О., Ильин Н.И., Великий А.С. Мат. моделир.* 2021. 33, № 12, с. 67-81. Рус.

Разработана математическая модель оценки информационного воздействия на электорат в социальных медиа при проведении выборных кампаний. Она основана на известных математических моделях информационного противоборства в структурированном социуме и отличается от них учетом стохастического характера в отношении интенсивностей распространения информации от внешних источников. Итоговая модель сведена к системе стохастических дифференциальных уравнений, понимаемой в смысле Ито. Оценка числа адептов и преддептов, отдающих в ходе выборной кампании предпочтение кандидату, задана выборочным средним, которое вычисляется определяемой из решения уравнения Фоккера—Планка—Колмогорова функцией плотности вероятности. Решение уравнения Фоккера—Планка—Колмогорова выполнено по предложенной численной схеме, основанной на проекционной постановке метода Галёркина. Приведены результаты моделирования в отношении тестовой задачи.

21.06-01.263 Моделирование газодинамических и упругопластических явлений при интенсивном энергокладе в твердый материал. *Бойков Д.С., Ольховская О.Г., Гасилов В.А. Мат. моделир.* 2021. 33, № 12, с. 82-102. Рус.

Разработаны комплексная компьютерная модель термомеха-

нических явлений и методика сквозного моделирования процессов, возникающих в твердом материале в результате действия интенсивных потоков энергии. На примере расчета воздействия на полимерный материал обсуждается динамика нелинейных волновых процессов, приводящих к внутренним разрушениям в образце материала и откольным явлениям. Созданное программное обеспечение может быть использовано при анализе результатов интенсивных энергетических воздействий в инженерной практике, верификации моделей объемных разрушений и отколов в хрупких материалах, а также валидации широкодиапазонных уравнений состояния.

21.06-01.264 Разработка методики расчета течений в многоконтурных трубопроводных сетях. *Повещенко Ю.А., Попов С.Б., Головченко Е.Н. Мат. моделир.* 2021. 33, № 12, с. 103-122. Рус.

Работа посвящена разработке методики расчета нестационарного процесса течения сжимаемого флюида в трубопроводной сети на основе системы квазиодномерных (усредненных по поперечному сечению трубы) уравнений сохранения массы, энергии и импульса. Построена конечно-разностная схема и соответствующий алгоритм расчета, реализованный в программном компьютерном коде. Разностная схема обладает свойством консервативности с выполнением сеточных аналогов основных законов сохранения и удовлетворяет критериям устойчивости и монотонности решения. Предлагаемый метод решения состоит в сведении расчета течения в многоконтурной сети труб с большим количеством стыков и разветвлений к множеству трехточечных прогонок, осуществляемых независимо друг от друга на каждой трубе. Достоинством метода является возможность естественного распараллеливания процесса вычислений. В связи с этим метод является перспективным для использования в многопроцессорных системах. Приведены примеры численных расчетов по разработанной методике.

21.06-01.265 Малогабаритный интерферометр с резонаторами Фабри—Перо для обнаружения гравитационных волн. *Петров Н.И., Пустовойт В.И. Физические основы приборостроения.* 2021. 10, № 2, с. 12-25. Рус.

Предлагается настольный лазерный интерферометр небольшого размера с резонаторами Фабри—Перо, состоящими из двух пространственно-распределенных «зеркал», для обнаружения гравитационных волн. Показано, что спектральное разрешение $10\text{--}23\text{ см}^{-1}$ может быть достигнуто при расстоянии между зеркалами всего $1\text{--}3\text{ м}$. Исследовано влияние поглощения света в кристаллах на предельное разрешение таких резонаторов. Показана более высокая чувствительность интерферометра к коротковолновому лазерному излучению. Предложен метод обнаружения гравитационных волн, основанный на измерении корреляционной функции для интенсивностей излучения резонансных мод ненулевого порядка от двух плеч интерферометра Маха—Цендера.

21.06-01.266 Перспективные направления в области создания детекторов гравитационных волн. *Охрименко И., Кольчевский Н., Петров П. Физика волновых процессов и радиотехнические системы.* 2021. 24, № 3, с. 28-45. Рус.

Рассмотрены основные принципы детектирования гравитационных волн. Действующие детекторы гравитационной волны представляют собой модернизированный интерферометр Майкельсона — LIGO-детектор. Одна из технических задач LIGO-детектора — это подавление вибраций в системе и обеспечение высокой статичности отражающих зеркал. Предложено исследовать особенности LIGO-детектора с подвижными зеркалами. Разработано программное обеспечение LIGO-RM, моделирующее работу LIGO-детектора и позволяющее исследовать его параметры и возможности. Основной задачей моделирования является исследование сигнала детектора гравитационных волн с осциллирующими зеркалами. В программе имеется графический интерфейс, позволяющий интерактивно управлять характером движения отражающих зеркал и наблюдать изменения сигнала детектора. LIGO-RM моделирует наличие гравитационной волны заданного типа и позволяет наблюдать ее влияние на результат работы интерферометра LIGO в интерактивном виде и в виде численного результата. Выполнен ряд численных

экспериментов, и показаны сигналы детектора при наличии и отсутствии колебаний зеркал. Обсуждаются результаты расчетов и возможность регистрации гравитационных волн с помощью LIGO-детектора с подвижными зеркалами.

21.06-01.267 Сверхбыстрое лазерно-индуцированное управление магнитной анизотропией наноструктур. *Калашникова А.М., Хохлов Н.Е., Шелухин Л.А., Щербаков А.В. Журнал технической физики. 2021. 91, № 12, с. 1848-1878. Рус.*

Использование коротких лазерных импульсов, имеющих длительность менее 100 fs, для изменения магнитного состояния магнитоупорядоченных сред развилось в самостоятельное направление в физике магнетизма — фемтомагнетизм, целью которого является осуществление управления намагниченностью на рекордно коротких временах. Среди множества фемтомагнитных явлений можно выделить отдельный класс, связанный с влиянием фемтосекундных лазерных импульсов на магнитную анизотропию материалов и наноструктур, отвечающую за ориентацию намагниченности в них, частоты магнитных резонансов и распространение спиновых волн. Представлен обзор основных экспериментальных результатов, полученных в данной области. Рассмотрены основные механизмы, отвечающие за лазерно-индуцированное изменение различных типов анизотропии — магнитокристаллической, магнитоупругой, интерфейсной, анизотропии формы, и обсуждена специфика этих процессов в магнитных металлах и диэлектриках. Приведены примеры и обсуждены особенности изменений магнитной анизотропии в результате сверхбыстрого лазерно-индуцированного нагрева, воздействия лазерно-индуцированных динамических и квазистатических деформаций и резонансного возбуждения электронных переходов. Также обсуждены перспективы применения различных механизмов лазерно-индуцированного изменения магнитной анизотропии для реализации процессов, которые могли бы лечь в основу работы перспективных реальных устройств. Рассмотрены прецессионное переключение намагниченности для опто-магнитной записи информации, генерация высокочастотных и сильно локализованных магнит-

ных возбуждений и полей для магнитной нанотомографии и гибридной квантовой магноники, а также управление распространением спиновых волн для оптически реконфигурируемой магноники. Кратко рассмотрены перспективы, которые открываются в исследованиях сверхбыстрых изменений магнитной анизотропии при переходе к использованию коротких лазерных импульсов инфракрасного и терагерцового диапазонов. Ключевые слова: магнитная анизотропия, фемтосекундные лазерные импульсы, фемтомагнетизм, пикосекундная акустика, прецессия намагниченности, спиновые волны, переключение намагниченности, магнон-фононная связь.

21.06-01.268 Ограничения на модели происхождения астрофизических нейтрино высоких энергий. *Троицкий С.В. УФН. 2021. 191, № 12, с. 1333-1360. Рус.*

Существование астрофизических нейтрино с энергиями в десятки ТэВ и выше надёжно установлено экспериментом IceCube; получены первые подтверждения этого открытия на установках ANTARES и Baikal-GVD. Однако результаты наблюдений не вполне согласуются с тем, что ожидалось до начала этих экспериментов. Происхождение таких нейтрино на сегодняшний день окончательно не установлено, а простые теоретические модели, популярные на протяжении десятилетий, не могут объяснить всей совокупности наблюдательных данных. Приводится сводка экспериментальных результатов с акцентом на те из них, которые оказались наиболее существенными для ограничения теоретических моделей, обсуждаются особенности различных сценариев происхождения нейтрино высоких энергий и кратко перечисляются конкретные классы их потенциальных астрофизических источников. Показано, что наблюдательные данные находят своё объяснение, если поток астрофизических нейтрино включает вклад внегалактических источников, доминирующих при наиболее высоких энергиях, и галактическую составляющую, существенную только при энергиях нейтрино ≤ 100 ТэВ. Обсуждаются и другие возможные сценарии.

См. также **21.06-01.15**, **21.06-01.20**, **21.06-01.29**, **21.06-01.31**, **21.06-01.217**

Астрономия

21.06-01.269 Обобщение формулы Резерфорда для синтеза цепочек гравитационных маневров. *Голубев Ю.Ф., Грушевский А.В., Корянов В.В., Тучин А.Г., Тучин Д.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021. 501, № 1, с. 5-7. Рус.*

Формула Резерфорда для рассеивания заряженных α -частиц в кулоновском поле может быть легко обобщена на случай гравитационного рассеивания. Одним из типов гравитационного рассеивания в Солнечной системе являются гравитационные маневры космических аппаратов. В работе для них по аналогии вводится эффективное гравитационное сечение рассеивания и выписывается обобщенная формула Резерфорда для гравитационного рассеивания при совершении гравитационного маневра. Показано, что с ее использованием можно существенно повысить эффективность рекуррентной процедуры поиска баллистических сценариев межпланетных перелетов.

21.06-01.270 Разнонаправленная модуляция сезонного сжатия коры земли и сигнала аэрозольного лидера в тоннеле над очагом вулкана Эльбрус. *Першин С.М., Собисевич А.Л., Гришин М.Я., Завозин В.А., Макаров В.С., Леднёв В.Н., Фёдоров А.Н., Мясников А.В., Артёмов Д.Г. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021. 501, № 1, с. 14-18. Рус.*

В августе—октябре 2019 г. в тоннелях Баксанской нейтринной обсерватории над очагом вулкана Эльбрус было проведено зондирование аэрозольного рассеяния и деформации коры Земли. Обнаружена разнонаправленная модуляция сезонного сжатия коры с кратным превышением средней скорости (~ 4 мкм/сут) и сменой знака снижения лидарного сигнала рассеяния на аэрозолях на аномальный рост в “горячем” тоннеле. Установлено,

что модуляция индуцирована быстрым охлаждением внешней атмосферы. Измерены задержки ускоренного сжатия плеча деформографа (до 14 мкм/сут) и начала роста лидарного сигнала рассеяния относительно начала снижения температуры (~ 2 и ~ 7 сут соответственно). Механизм обнаруженных явлений обсуждается.

21.06-01.271 Применение метода неопределенных частот для анализа двухпланетной задачи. *Буданов В.М. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2021. 501, № 1, с. 33-37. Рус.*

Рассматривается задача о движении вокруг массивного центрального тела (звезды) двух других тел (планет) со сравнимыми массами, которые существенно меньше массы центрального тела. Предполагается, что движение планет происходит в одной плоскости по орбитам, близким к круговым. Движение планет строится непосредственно в полярных координатах с применением метода неопределенных частот, предложенного автором, и являющегося модификацией метода последовательных приближений. Получено первое приближение, представляющее собой для каждой планеты сумму равномерного кругового движения и малых квазипериодических добавок. Последние представляют собой сумму периодических компонент, периоды которых равны периодам круговых движений обоих тел, а также их суммам и разностям. При этом периоды круговых движений изменяются по сравнению с тем, что дает третий закон Кеплера: период внутренней планеты увеличивается, а внешней — уменьшается. Второй особенностью построенного приближенного решения является отсутствие вековых возмущений.

21.06-01.272 Сейсмичность Земли и нейтронные потоки Солнца. *Хаврошкин О.Б., Цыпляков В.В. Приклад-*

ная физика и математика. 2021, № 10, с. 3-7. Рус.

До настоящего времени из-за устаревших представлений о роли солнечного нейтринного потока как элемента влияния на сейсмичность Земли принималась как исчезающей и незначительной. Однако, стало ясно, что с открытием аномального, нейтринного радионейтринного (АНРИ) поглощения уровень воздействия потока на сейсмичность может быть реален. В предположении реальности этого эффекта была проведена статистическая обработка по поиску корреляционной связи на основе значительного объема наблюдательных данных, поэтому значимость обнаруженной связи также имеет высокий характер.

21.06-01.273 Спин фотона и его энергия. Павлов В.Д. *Прикладная физика и математика*. 2021, № 12, с. 26-27. Рус.

При переходе водородоподобного атома из одного стационарного состояния в другое орбитальный момент импульса меняется. Разницу приписывают фотону и называют спином фотона. Доказана теорема: Спин фотона равен нулю. Дефект момента импульса атома при излучении без труда можно приписать ядру атома и даже электрону. В последнем случае переориентация спина электрона как раз равняется. Ключевые слова: водородоподобный атом, стационарное состояние, орбитальный момент импульса, фотон, спин, дефект момента импульса, электрон.

21.06-01.274 Межзвездная среда и декаметровая радиоспектроскопия. *Interstellar medium and decameter radio spectroscopy. Stepinkin S.V., Konovalenko O.O., Vasyukivskiy Y.V., Mukha D.V. Радиофизика и радиоастрономия (Украина)*. 2021. 26, № 4, с. 314-325. Англ.

Purpose: The analytical review of the main results of research in the new direction of the low-frequency radio astronomy, the interstellar medium radio spectroscopy at decameter waves, which had led to astrophysical discovery, recording of the radio recombination lines in absorption for highly excited states of interstellar carbon atoms (more than 600). Design/methodology/approach: The UTR-2 world-largest broadband radio telescope of decameter waves optimally connected with the digital correlation spectrum analyzers has been used. Continuous modernization of antenna system and devices allowed increasing the analysis band from 100 kHz to 24 MHz and a number of channels from 32 to 8192. The radio telescope and receiving equipment with appropriate software allowed to have a long efficient integration time enough for a large line series simultaneously with high resolution, noise immunity and relative sensitivity. Findings: A new type of interstellar spectral lines has been discovered and studied, the interstellar carbon radio recombination lines in absorption for the record high excited atoms with principal quantum numbers greater than 1000. The line parameters (intensity, shape, width, radial velocity) and their relationship with the interstellar medium physical parameters have been determined. The temperature of line forming regions is about 100 K, the electron concentration up to 0.1 cm^{-3} and the size of a line forming region is about 10 pc. For the first time, radio recombination lines were observed in absorption. They have significant broadening and are amplified by the dielectronic-like recombination mechanism and are also the lowest frequency lines in atomic spectroscopy. Conclusions: The detected low-frequency carbon radio recombination lines and their observations have become a new highly effective tool for the cold partially ionized interstellar plasma diagnostics. Using them allows obtaining the information which is not available with the other astrophysical methods. For almost half a century of their research, a large amount of hardware-methodical and astrophysical results have been obtained including a record number of Galaxy objects, where there levant lines have been recorded. The domestic achievements have stimulated many theoretical and experimental studies in other countries, but the scientific achievements of Ukrainian scientists prove the best prospects for further development of this very important area of astronomical science.

21.06-01.275 Особенности ионосферных эффектов от частичного солнечного затмения над Харьковом 10 июня 2021 г. Features of ionospheric effects from the partial solar

eclipse over the city of Kharkiv on 10 June 2021. *Chernogor L.F., Garmash K.P., Zhdanko Y.H., Leus S.G., Luo Y. Радиофизика и радиоастрономия (Украина)*. 2021. 26, № 4, с. 326-343. Англ.

Purpose: Solar eclipses pertain to high-energy sources of disturbance in the subsystems of the Sun—interplanetary—medium—magnetosphere—ionosphere—atmosphere—Earth and the Earth—atmosphere—ionosphere—magnetosphere systems. During the solar eclipse, the coupling between the subsystems in these systems activates, and the parameters of the dynamic processes become disturbed. Investigation of these processes contributes to understanding of the structure and dynamics of the subsystems. The ionospheric response to the solar eclipse depends on the season, local time, magnitude of the solar eclipse, phase of the solar cycle, the observation site, the state of space weather, etc. Therefore, the study of the effects, which each new solar eclipse has on the ionosphere remains an urgent geophysics and radio physics problem. The purpose of this paper is to describe the radio wave characteristics and ionospheric parameters, which accompanied the partial solar eclipse of 10 June 2021 over the City of Kharkiv. Design/methodology/approach: To make observations, the means of the HF Doppler measurements at vertical and oblique incidence available at the V. N. Karazin Kharkiv National University Radiophysical Observatory were employed. The data obtained at the “Lviv” Magnetic Observatory were used for making intercomparison. Findings: The radiophysical observations have been made of the dynamic processes acting in the ionosphere during the solar eclipse of 10 June 2021 and on the reference days. The temporal variations in the Doppler frequency shift observed at vertical and oblique radio paths have been found to be, as a whole, similar. Generally speaking, the Doppler spectra over these radio propagation paths were different. Over the oblique radio paths, the number of rays was greater. The solar eclipse was accompanied by wave activity enhancement in the atmosphere and ionosphere. At least three wave trains were observed. The values of the periods (about 5–12 min) and the relative amplitudes of perturbations in the electron density ($\delta N \approx 0.3\text{--}0.6\%$) give evidence that the wave disturbances were caused by atmospheric gravity waves. The amplitude of the 6–8-min period geomagnetic variations has been estimated to be 0.5–1 nT. Approximately the same value has been recorded in the X component of the geomagnetic field at the nearest Magnetic Observatory. The aperiodic effect of the solar eclipse has appeared to be too small (less than 0.01 Hz) to be observed confidently. The smallness of the effect was predetermined by an insignificant magnitude of the partial eclipse over the City of Kharkiv (no more than 0.11). Conclusions: The features of the solar eclipse of 10 June 2021 include an insignificant magnitude of the aperiodic effect and an enhancement in wave activity in the atmosphere and ionosphere.

21.06-01.276 Вклад в рентгеновский космический фон излучения вспыхивающих красных карликов в двойных системах в гало и короне галактики. Порошков С.Ю. *Журнал естественнонаучных исследований*. 2021. 6, № 1, с. 2-15. Рус.

Показано, что фоновое космическое излучение (ФКИ) с плотностью энергии $\sim 10^{-4} \text{ эВ/см}^3$ в рентгеновском диапазоне не может формировать обратное комптоновское рассеяние фотонов ФКИ на электронах космических лучей из-за их низкой доли, что подтверждает отличие спектральных индексов излучений. Рентгеновское ФКИ могут формировать красные карлики (КК), составляющие по данным микролинзирования $\sim 0,1$ массы гало (короны) галактики, если они входят в двойные системы. Мягкое рентгеновское ФКИ в области 0,3 кэВ могут формировать быстро вращающиеся вспыхивающие КК. Жесткое рентгеновское и γ -излучение с энергией $\leq 3 \text{ МэВ}$ в экстремум в области 30 кэВ могут формировать γ -всплески нейтронных звезд при аккреции вещества КК, движущихся по вытянутым орбитам.

21.06-01.277 Геометрический анализ единства темпа времени и материи. Мальцев А.Д. *Журнал естественнонаучных исследований*. 2021. 6, № 2, с. 45-55. Рус.

Рассмотрена Лоренц-инвариантность характеристик движущегося тела. Каждая характеристика принята за независимую систему, находящуюся в единстве с остальными. Алгебраически

представлены варианты объединения независимых систем. Для анализа выбрано материальное тело и его темп времени. Показана возможность суммировать время только абстрактно и, как следствие, невозможность перемещения между настоящим из разного времени (путешествия во времени). Проведен геометрический анализ описания единства независимых систем. Показано возникновение 3-х мерной Природы, единством независимых систем. Двойственность физического вакуума (среда и пустота) объясняется его двухкомпонентностью. Дано объяснение отсутствия эффекта ускорения времени и возникновению физической дуальности. Настоящее описывается, как период преобразования будущего в прошлое. Рассмотрено будущее и прошлое, как разные аналоги энергии. Предложен вариант проверки представленных выводов.

21.06-01.278 Вклад ультрадиффузных галактик в войдах в скрытую массу и оптическое фоновое космическое излучение. Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований. 2021. 6, № 3, с. 2-23. Рус.

Войды содержат 20% галактик — ультрадиффузные галактики (УДГ), имеющие протяженное массивное темное гало, с отношением масса-светимость $\sim 10^3 M_0/L_0$. При показателе Солпитера $\gamma=3,85$ для разреженной среды войдов УДГ могут состоять в основном из темных карликов. УДГ в войдах слабо проявляются в линзировании, но вносят вклад в фоновое космическое излучение (ФКИ). Показано, что УДГ могут формировать $\sim 50\%$ ФКИ в видимой области. На этой основе, с учетом экспериментальных данных о доле вещества в филаментах $\Omega_m=0,31\pm 0,012$ и ионизованного газа в войдах $\Omega_{gv}=0,05\pm 0,025$, оценена доля вещества в УДГ в войдах $\Omega_v=0,64\pm 0,037$. Также подтверждена оценка числа нейтронных звезд $\sim 10^9$, образующих в галактике массой $\sim 10^{11} M_0$ обилие дейтерия $\sim 10^{-5}$.

21.06-01.279 Новый телескоп обсерватории Санглох Цейсс-600 — "первый свет". Минукулов Н.Х., Гулямов М.И., Абдуллоев С.Х. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2011, № 1, с. 35-38. Рус.

На Международной астрономической обсерватории Санглох сотрудниками Института астрофизики АН РТ и специалистами НСОИ АФН введен в строй новый телескоп Цейсс-600. В ходе испытательных работ определены оптические характеристики телескопа и получен «первый свет».

21.06-01.280 Исследование кривой блеска NSV01978 и NSV02784. Минукулов Н.Х., Абдуллоев С.Х. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2011, № 2, с. 73-79. Рус.

Анализируются данные, полученные из архива фототеки Института астрофизики АН Республики Таджикистан для малоизученных переменных звезд NSV01978 и NSV02784. Построена их кривая блеска, проведено исследование типов переменности этих звезд. По распределению энергии в спектре оценена температура и размер пылевой оболочки NSV02784. Локализованы положения этих переменных звезд на двухцветной инфракрасной диаграмме. Показано, что звезда NSV02784 однозначно относится к молодым переменным и выяснение типа переменности звезды NSV01978 требует дополнительных исследований.

21.06-01.281 Закономерности деления ядра комет. Ибадинов Х.И., Буриев А.М. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2011, № 3, с. 47-62. Рус.

Систематизированы в виде каталога данные, прямо или косвенно указывающие на деление ядра комет, выявлены общие закономерности и наиболее вероятные механизмы деления ядра.

21.06-01.282 Результаты наблюдений болидов в Таджикистане. Кожирова Г.И., Литвинов С.П., Хамроев У.Х., Латипов М.Н., Джонмухаммад И.А. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2019, № 4, с. 26-48. Рус.

Представлены результаты астрометрической и фотометрической обработки 28 болидов. Из них 11 болидов сфотографировано во время наблюдений в 2017—2018 гг. и 17 болидов зарегистрировано в 2006—2013 гг. Определены атмосферные траектории, скорости, радианты, орбиты, блеск и кривые блеска метеороидов, а также их принадлежность к известным потокам.

21.06-01.283 Астероидно-метеороидный комплекс бета-Либрид. Кожирова Г.И., Бабаджанов П.Б., Хамроев У.Х., Джонмухаммад А.И., Кулаев И.В. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2020, № 3, с. 43-54. Рус.

Метеороидный рой β Либрид порождает метеорные потоки и субпотоки, наблюдаемые на Земле ежегодно в период апрель—май и ноябрь—декабрь. Родительская комета роя не установлена. С целью выявления родительской кометы роя мы провели поиск астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), принадлежащих астероидно-метеороидному комплексу β -Либрид. По результатам вычисления эволюции орбит ряда АСЗ и определения теоретических параметров их родственных потоков выполнен поиск наблюдаемых активных потоков схожих с теоретически предсказанными во всех опубликованных базах данных. Оказалось, что предсказанные метеорные потоки, родственные с 7 АСЗ, были отождествлены с активными потоками и субпотоками, порождаемыми метеороидным роем β -Либрид. Выявленная связь указывает на кометное происхождение астероидов, которые движутся в рое β -Либрид и с высокой вероятностью являются угасшими фрагментами крупной родительской кометы астероидно-метеороидного комплекса β -Либрид.

21.06-01.284 Астероиды, связанные с метеороидным роем Либриды—Лупиды. Кожирова Г.И., Бабаджанов П.Б., Хамроев У.Х., Джонмухаммад А.И. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2020, № 4, с. 41-48. Рус.

Представлены результаты выявления астероидов, родственных с метеороидным роем, порождающим метеорные потоки Северные и Южные Либриды—Лупиды. Установленная связь указывает на кометное происхождение астероидов, которые движутся в рое и с высокой вероятностью являются угасшими фрагментами родительской кометы роя.

21.06-01.285 Координаты и орбита потенциально опасного астероида 2003 SD220 по наблюдениям в Гиссарской астрономической обсерватории. Кожирова Г.И., Буриев А.М., Сафаров С.Н. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 1, с. 32-38. Рус.

Представлены результаты астрометрической обработки оптических наблюдений потенциально опасного астероида (163899) 2003 SD220, проведенных в Гиссарской астрономической обсерватории (ГисАО) в декабре 2018 г. Определены координаты объекта и показано, что точность астрометрических измерений не превышает 0.01 угловых секунд по прямому восхождению и склонению, соответственно. Получена траектория и вычислена орбита астероида. Новые результаты хорошо согласуются с имеющимися динамическими данными. Показано, что сближение астероида с Землей в декабре 2018 г. не привело к изменению его орбиты.

21.06-01.286 Пространство кеплеровых орбит и семейство его фактор-пространств. Холшевников К.В., Миланов Д.В., Щепалова А.С. Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 2, с. 17-26. Рус.

Исследование связи метеороидных потоков с кометами и астероидами, поиск родительских тел потоков — одна из интереснейших задач астрономии, в разрешение которой П.Б.Бабаджанов внес существенный вклад. Ключевую роль играет оценка близости орбит небесных тел, для чего лучшим инструментом является метризация 5-мерного пространства кеплеровых орбит. В последние 15 лет предложено несколь-

ко метрик, превращающих различные пространства кеплеровых орбит в метрические. Важную роль играют факторпространства, позволяющие не принимать во внимание долготу узла, или аргумент перицентра, или и то и другое. Эти элементы меняются вековым образом под влиянием различных возмущений. Здесь мы вводим еще одно, четвертое факторпространство, в котором отождествляются орбиты с произвольными долготами узлов и аргументами перицентров при условии, что их сумма (долгота перицентра) фиксирована. Определена функция g_6 , играющая роль расстояния между указанными классами орбит. Приведен алгоритм ее вычисления по данным элементам орбит и соответствующая программа на языке C++. К сожалению, g_6 не является полноценной метрикой. Мы доказали, что она удовлетворяет первым двум аксиомам метрического пространства, но третья — аксиома треугольника — нарушается, по крайней мере для больших эксцентриситетов. Однако в двух важных частных случаях (одна из орбит круговая, долготы перицентров все трех орбит совпадают) аксиома треугольника верна. Не исключено, что она верна для всех эллиптических орбит, но это требует дальнейшего исследования.

21.06-01.287 О сближениях и соударениях астероидов с планетами. *Соколов Л.Л., Баляев И.А., Холшевников К.С., Эскин Б.Б.* Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 2, с. 27-36. Рус.

На примерах опасных астероидов Апофис и 2008 ЕХ5, а также семейств модельных астероидов рассматриваются сближения их с Землей на траекториях, ведущих к соударению с ней. Такие сближения позволяют заблаговременно обнаружить опасный объект, уточнить его орбиту из наблюдений, а также предоставляют потенциальную возможность использования эффекта гравитационного маневра для экономного предотвращения соударения астероида с Землей. Показано, что для реальных опасных астероидов и их возможных соударений предвещающие сближения встречаются чаще, чем для произвольно построенных траекторий соударения.

21.06-01.288 Определение средней орбиты семейства кеплеровых орбит. *Миланов Д.В., Щепалова А.С.* Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 2, с. 37-43. Рус.

В задачах выявления метеорных потоков, поиска их родительских тел и отождествления фрагментов этих тел важную роль играет такой объект, как средняя орбита потока. Это кеплеровская орбита, полученная усреднением орбит тел, составляющих изучаемую группу. Сама операция усреднения не имеет естественного и однозначного определения, поскольку системы орбитальных элементов разнообразны, а преобразования между ними нелинейны. Мы предлагаем определять среднюю орбиту семейства, основываясь на метрике в пространстве орбит. Следуя Фреше, назовем средним семейства тот элемент пространства, который минимизирует среднеквадратическое расстояние до членов семейства. Доказать существование и единственность такого элемента и найти способ его вычисления — непростая задача. Здесь мы решаем ее для трех метрик, введенных К.В. Холшевниковым на пространстве криволинейных орбит H . Приводятся точные формулы для вычисления среднего семейства орбит в пространстве H и двух его факторпространствах, состоящих из классов орбит, различающихся лишь аргументом перицентра (H/ω) или аргументом перицентра и долготой восходящего узла ($H/(\Omega, \omega)$). Также даны условия существования и единственности средних в этих пространствах: эти условия выполнены для всех выборок, за исключением нигде не плотного множества.

21.06-01.289 О причинах, определяющих значение индекса массы метеорных тел. *Шустов Б.М.* Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 2, с. 44-50. Рус.

Проанализированы формы (наклоны) спектров масс метеороидов. В целом, формы спектров масс метеорных тел, вызывающих явления спорадических метеоров, в дифференциальном

виде близки $dN\mu N^{-2}dM$ (соответствует индексу массы метеорных тел $=2$). Вид этого спектра может быть объяснен случайным характером процесса образования метеороидов — (последовательной) фрагментацией родительских тел метеороидов. Отклонения от этого вида отражают влияние факторов, доминирующих при дальнейшей эволюции населения метеороидов.

21.06-01.290 Центр метеорных данных МАС: база данных о ливнях. IAU Meteor Data Center: the shower database. *Jopek T.J., Kokhirova G.I., Jenniskens P., Janches D., Hajdukova M., Rudawska R.* Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 2, с. 51-65. Англ.

The IAU Working Group on Meteor Shower Nomenclature was established in 2006 to regulate the nomenclature of meteor showers reported in the scientific literature. One year later the International Astronomical Union Meteor Data Center shower database was implemented (IAU MDC). The database does not contain all information about the meteor showers. Its purpose is to give each new meteoroid stream, published in the scientific literature, a unique name and codes. During the “Meteoroids 2019” conference held in Bratislava, the IAU Working Group on Meteor Shower Nomenclature established new rules for the introduction and removal of meteor showers from the MDC. In this paper, we present a concise description of the meteor shower database, its origin, and structure and, in particular, the current requirements for the introduction of new data, and unknown as well as known meteor showers.

21.06-01.291 Определение скорости солнечного ветра по измерениям точек плазменного хвоста кометы C/2019 Y4 (ATLAS). *Ибрагимов А.А.* Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 2, с. 66-71. Рус.

Определены радиальная скорость солнечного ветра по наблюдениям плазменного хвоста кометы C/2019 Y4 (ATLAS) для околокометного пространства и гелиографической широта кометы. Условием занижения значения определенной скорости относительно экспериментально измеренной скорости солнечного ветра космическим аппаратом предлагается воздействие тангенциальной компоненты скорости солнечного ветра.

21.06-01.292 Достижения астрономической науки под руководством Национальной Академии Наук Таджикистана. *Кожирова Г.И.* Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 3, с. 74-94. Рус.

Приведена краткая историческая справка о становлении и развитии астрономической и астрофизической науки в Республике Таджикистан, начиная с 1932 г и по настоящее время. Показаны основные достижения Института астрофизики под руководством Национальной академии наук Таджикистана и вклад ведущих ученых Института в его становлении, развитии и выводе на ведущие позиции. Показаны перспективы дальнейшего развития астрономии и астрофизики в республике.

21.06-01.293 Ф. The analysis of images of a circular source in n -point gravitational lenses. *Bronza S.D., Svyrydova Ju.V., Kotvytska L.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 6-10. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144434>.

21.06-01.294 Ф. Zeldovich local pancake: dark energy domination. *Chernin A.D., Karachentsev I.D., Emelianov N.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 11-14. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144435> Zeldovich Local Pancake is a two-dimensional system of 15 giant galaxies nearest to us. Two of the galaxies, the Milky Way and the Andromeda Galaxy, move to each other in the Local Group, while the rest of the galaxies are located around the group at the distances up to 10 Mpc from the group barycenter and move away from it forming a local expansion outflow. We use recent Hubble Space Telescope data on local giants and their numerous fainter

companions to study the dynamical structure and evolutionary trends of the expanding system. N -body computer model, which reproduces the observed kinematics of the flow, is constructed under the assumption that the system as a whole is embedded in the universal dark energy background. In the model, the motions of the flow bodies are controlled by their mutual attraction force and the repulsion force produced by the dark energy. It is found that the repulsion dominates the force field of the system. Because of this, the system expands with acceleration. The dark energy domination increases with time and introduces to the expansion flow an asymptotically linear velocity-distance relation with the universal time-rate (the Hubble constant) that depends on the dark energy density only.

21.06-01.295 Φ . On the configuration space of a spherically symmetric system of gravitational and electromagnetic fields. *Gladush V.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 15-19. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144461>.

21.06-01.296 Φ . Superspace approach to the quantization of charged black holes with allowance for the cosmological constant. *Holovko M.G., Gladush V.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 20-23. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144503>.

21.06-01.297 Φ . Fixed points of mapping of N -point gravitational lenses. *Kotvytskiy A.T., Shablenko V.Yu., Bronza E.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 24-28. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144558>.

21.06-01.298 Φ . Detailed morphology of the rich concentrated galaxy clusters. *Panko E., Sirginava A., Stepaniuk A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 29-32. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145315>.

21.06-01.299 Φ . Condensation of cold neutrons — idea of G.A.Gamow. Chemical properties of the neutron matter and its place in the periodic system of elements. *Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Beckman I.N., Buntseva I.M., Nedovesov S.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 33-37. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145079>.

21.06-01.300 Φ . 2-field model of dark energy with canonical and non-canonical kinetic terms. *Sergijenko O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 38-41. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144667>.

21.06-01.301 Φ . Numerical estimator for large-scale cosmic structures. *Tugay A.V., Pulatova N.G., Zhoga A.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 42-46. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144738>.

21.06-01.302 Φ . X-ray emission of ICRF sources. *Voitsekhovskiy V.V., Tugay A., Tkachuk V.V., Shevchenko S.Yu.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 47-51. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144692>.

21.06-01.303 Φ . Simulation of large-scale structure of universe by gaussian random fields. *Voitsekhovskiy V.V., Tugay A.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 52-55. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144752>.

21.06-01.304 Φ . Hierarchical structure of the Universe. *Zakhozhay V.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 56-61. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.148048> The modern understanding of the structure of the Universe is discussed. The Solar System is viewed as an ordinary planetary system. The neighbourhood of the Sun is specified starting with the nearest stars and nearby clusters and working outward through the Local system of stars, in particular, Gould's belt. The subgroups of the

Milky Way, our stellar system, and Andromeda are examined as components of the Local Group of galaxies. Special attention is paid to their astrophysical, kinematic and dynamic properties. A larger agglomeration of galaxies, called the Local Supercluster, which contains the Local Group and its immediate neighbourhood is analysed. And finally, the Laniakea hypercluster to which the Local Supercluster and its environment belong is described along with its neighbours, namely the Perseus-Pisces hypercluster and the Local Void.

21.06-01.305 Φ . Positron Annihilation Spectroscopy of Young Supernova Remnants. *Doikov D.N.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 62-69. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144437>.

21.06-01.306 Φ . Distribution of carbon stars in the Galaxy. *Eglitis I., Sokolova A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 70-74. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144459>.

21.06-01.307 Φ . Hafnium abundances in FGK dwarf of galactic disk. *Gorbaneva T.I., Mishenina T.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 75-77. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144500>.

21.06-01.308 Φ . Molybdenum and ruthenium in the Galaxy. *Mishenina T.V., Gorbaneva T.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 78-83. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145080>.

21.06-01.309 Φ . Status refinement of metal-poor star HD 6268. *Mishenina T., Usenko I., Kniazev A., Kovtyukh V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 84-89. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145081>.

21.06-01.310 Φ . The dependence of on- and off-state generations in classical microquasars from the disk density. 3-d numerical hydrodynamical simulations of the high and low mass accretion rate in accretion disk in microquasar Cyg X-1. *Nazarenko V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 90-93. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144615>.

21.06-01.311 Φ . Additional support for relative wavelength independence of IR lags in NGC 4151 over the past decade. *Oknyansky V.L., Shenavrin V.I., Metlova N.V., Gaskell C.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 94-99. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144622>.

21.06-01.312 Φ . Molybdenum abundance in some open clusters. *Shereta E., Carraro G., Gorbaneva T., Mishenina T.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 100-102. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144691>.

21.06-01.313 Φ . Period variations and possible third components in the eclipsing binaries AH Tauri and ZZ Cassiopeiae. *Tvardovskiy D.E., Marsakova V.I., Andronov I.L., Shakun L.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 103-109. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145280>.

21.06-01.314 Φ . On the irregular variations in the light curves of RY Vul. *Udovichenko S.N., Keir L.E.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 110-112. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145374>.

21.06-01.315 Φ . Spectroscopic investigations of galactic clusters with associated Cepheid variables. I. Polaris cluster and α Umi. *Usenko I.A., Miroshnichenko A.S., Danford S., Kovtyukh V.V., Turner D.G., Shulga A.V., Protsyuk Yu.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 113-116. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145379>.

21.06-01.316 Φ . Spectroscopic investigations of galactic

clusters with associated Cepheid variables. II. NGC 5662 and V Cen. *Usenko I.A., Kniazev A.Yu., Kovtyukh V.V., Mishenina T.V., Miroschnichenko A.S., Turner D.G., Protsyuk Yu.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 117-122. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145381>.

21.06-01.317 Φ . Kinematics of the milky way from velocities of young red clump giants using the PMA and GAIA DR2 data. *Velichko A.B., Fedorov P.N.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 123-127. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144742>.

21.06-01.318 Φ . Radio telescope URAN-4 and the problem of radio interference. *Galanin V.V., Lytvynenko O.A., Derevyagin V.G., Kravetz R.O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 128-131. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144460>.

21.06-01.319 Φ . The relationship of the SCR with parameters of radio bursts and CME [coronal mass ejections]. *Isaeva E.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 132-136. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144541>.

21.06-01.320 Φ . Algorithms of multi frequency radiometry in the conditions of broadband interference. *Orlov V.V., Lytvynenko O.A., Galanin V.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 137-141. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144662>.

21.06-01.321 Φ . On the influence of MHD turbulence on the structure of the radiogalaxy lobes. *Tsvyk N.O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 142-146. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144736>.

21.06-01.322 Φ . New approximation of the energy spectrum of proton SCR. *Isaeva E.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 147-151. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144543>.

21.06-01.323 Φ . Problem of super-strong magnetic fields on the Sun: brief chronology and new observational data. *Lozitsky V.G., Yurchyshyn V.B., Ahn K., Wang H., Lozitska N.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 152-158. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144560>.

21.06-01.324 Φ . Preliminary results of interferometric observations of the quiet Sun at the frequencies 8–32 MHz. *Shepelev V.A., Melnik V.N., Vashchishin R.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 159-162. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144687>.

21.06-01.325 Φ . The catalog of magnetic storms for Odessa magnetic anomaly zone. *Sobitnyak L.I., Ryabov M.I., Sukharev A.L., Orlyuk M.I., Romenets A.O., Sumaruk Yu.P.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 163-166. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.146662>.

21.06-01.326 Φ . Doppler station for orbital tracking of low-orbit spacecrafts by their radio beacon signals. *Bushuev F., Kaliuzhnyi M., Khalaley M., Kryuchkovskiy V., Kulichenko M., Shulga O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 167-170. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144550>.

21.06-01.327 Φ . External comparison satellite positions obtained by the network of passive correlation ranging of geostationary telecommunication satellites. *Bushuev F., Kaliuzhnyi M., Mazhaev O., Shulga O., Shakun L., Bezrukovs V., Reznichenko O., Moskalenko S., Malynovskiy Ye.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 171-173. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145360>.

21.06-01.328 Φ . The existence of groups of meteorite-

producing fire-balls and meteorites in comet-like orbits. *Konovalova N.A., Gorbanev Yu.M., Davruqov N.H.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 174-178. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145083>.

21.06-01.329 Φ . Monitoring of Space Debris Rotation Based on Photometry. *Koshkin N., Shakun L., Korobeynikova E., Melikyants S., Strakhova S., Dragomiretsky V., Ryabov A., Golubovskaya T., Terpan S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 179-185. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.147807>.

21.06-01.330 Φ . Radiants and orbital distribution of TV faint sporadic meteors. *Kulichenko M.O., Shulga A.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 186-190. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145340>.

21.06-01.331 Φ . Features of Kotlin orbit estimation library. *Shakun L.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 191-195. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145962>.

21.06-01.332 Φ . Photometry of comet c/2009 p1 (Garrad) before and after perihelion. *Velichko S.F., Andreev M.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 196-198. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144748>.

21.06-01.333 Φ . The catalogues analysis of stars equatorial coordinates and B-magnitude of the FON project. *Akhmetov V.S., Khlamov S.V., Andruk V.M., Protsyuk Yu.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 199-203. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144734>.

21.06-01.334 Φ . Asteroids exploration with Baldone Schmidt telescope. *Eglitis I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 204-207. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144438>.

21.06-01.335 Φ . Baldone 1.2m telescope plate archive — hidden reserves of the FON project. *Eglitis I., Eglite V., Andruk V., Protsyuk Yu., Protsyuk S., Kovylianska O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 208-210. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.146194>.

21.06-01.336 Φ . Development and improvements of computational methods implemented to the Colitec software. *Khlamov S.V., Savanevych V.E., Briukhovetskiy O.V., Dikov E.N., Vavilova I.B.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 211-215. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144076>.

21.06-01.337 Φ . High-precision follow-up observations of near-earth objects. *Maigurova N.V., Potazan A.V., Shulga A.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 216-219. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144562>.

21.06-01.338 Φ . Astrometric CCD observations of selected WDS multiple star systems. *Maigurova N.V., Protsyuk Yu.I., Bondarchuk L.E.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 220-223. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.146198>.

21.06-01.339 Φ . Progress in the realization of the project FON-Dushanbe catalogue. *Mullo-Abdolov A., Relke H., Kokhirova G., Yuldoshev Q., Protsyuk Yu., Andruk V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 224-227. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144606>.

21.06-01.340 Φ . Analysis of mass CCD observations to improve the accuracy of astrometric processing. *Protsyuk Yu., Kovalchuk O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 228-230. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.146193>.

21.06-01.341 Φ . Results of processing of CCD observations of selected open clusters on Maidanak. *Protsyuk Yu.I., Shukhratov Sh.Sh., Kovalchuk O.M., Muminov M.M., Yuldoshev Q.H., Abdurakhimov R.R., Andruk V.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 231-234. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.146275>.

21.06-01.342 Φ . Asteroids search results in digitized observations of the Northern Sky Survey project (Kitab part). *Shatokhina S.V., Relke H., Yuldoshev Q., Andruk V.M., Protsyuk Yu.I., Muminov M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 235-238. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144679>.

21.06-01.343 Φ . New approach for analysis of the x-ray data in cores of galaxy clusters: binning on the concentration rings, contour binning, and wavelet transforms. *Vavilova I.B., Babyk Iu.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 239-246. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.146678>.

21.06-01.344 Φ . First results of the searching of asteroids based on the data of FON-Dushanbe processed plates. *Yizhakevych O.M., Mullo-Abdolv A.Sh., Relke H.V., Kokhirova G.I., Pakuliak L.K., Andruk V.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 247-250. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.144758>.

21.06-01.345 Φ . The first results of processing observations of SS bodies from AI AS RUz photographic plate collection using the new technique. *Yizhakevych O.M., Andruk V.M., Yuldoshev Q., Pakuliak L.K., Muminov M.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. 31, с. 251-254. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2018.31.145078>.

21.06-01.346 Φ . The problem of "zero elements" in the works of D. I. Mendeleev. neutron matter as a primary cosmological and modern dark matter of the Universe. *Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Nedovesov S.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 211-215. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181753>.

21.06-01.347 Φ . T-solutions of the 5d Kaluza—Klein model. *Dmytriiev M.S., Gladush V.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 6-9. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181750>.

21.06-01.348 Φ . Classical descriptions of the geometrodynamics of charged black holes. *Gladush V.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 10-13. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181751>.

21.06-01.349 Φ . Glueballs. *Jenkovszky L., Shpenik A., Svintozelskyi V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 14-19. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181752>.

21.06-01.350 Φ . Deep learning for morphological classification of galaxies from SDSS. *Khramtsov V., Dobrycheva D.V., Vasilenko M.Yu., Akhmetov V.S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 21-23. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182092>.

21.06-01.351 Φ . Images distribution of binary symmetrical gravitational lens. *Kotvytskiy A.T., Bronza S.D., Shablenko V.Yu.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 24-28. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182511>.

21.06-01.352 Φ . Some corollary facts of the n-point gravitational lens equation in a complex form. *Osmayev O.A., Shuvalova Yu S, Bronza E.S., Matvienko K.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 29-

32. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182518>.

21.06-01.353 Φ . Linear substructures in galaxy clusters. *Panko E., Korshunov V., Yemeljanov S., Zabolotniy V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 33-36. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182519>.

21.06-01.354 Φ . International nuclear data centers network and prospects of its use in nuclear power in Belarus. *Serenkova I.A., Pankov A.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 37. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182523>.

21.06-01.355 Φ . Infrared counterparts of X-ray galaxies. *Tugay A.V., Shevchenko S.Yu.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 42-45. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182531>.

21.06-01.356 Φ . Verification of machine learning methods for binary morphological classification of galaxies from SDSS. *Vasilenko M.Yu., Dobrycheva D.V., Vavilova I.B., Melnyk O.V., Elyiv A.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 46-51. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182538>.

21.06-01.357 Φ . Diffuse interstellar band 6202 A as an indicator of organic matter in cosmos: Cepheid spectra. *Andrievsky S.M., Shereta A., Khrapaty S.V., Korotin S.A., Kovtyukh V.V., Kashuba V.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 52-54. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182049>.

21.06-01.358 Φ . Optical luminosity of active galactic nuclei and the intensity of its hard radiation in form of particles and quanta. *Doikov D.N., Yushchenko A.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 55-62. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182083>.

21.06-01.359 Φ . Spectroscopic monitoring of the BE objects FSCMA and MOCAM. *Kuratova A.K., Miroschnichenko A.S., Zharikov S.V., Manset N., Khokhlov S.A., Raj A., Kusakin A.V., Reva I.V., Kokumbaeva R.I., Usenko I.A., Knyazev A.Y.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 63-65. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182100>.

21.06-01.360 Φ . Chemical imprints in atmospheric abundances in planet-hosting stars. *Mishenina T., Basak N., Kovtyukh V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 66-69. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181736>.

21.06-01.361 Φ . The on- and off-state generations in the case of the thick accretion disk and undefined precession period. 3-d numerical hydrodynamical simulations in accretion disk in microquasar Cyg X-1. *Nazarenko V.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 70-74. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182111>.

21.06-01.362 Φ . Discovery of more changing look events in NGC 1566. *Oknyansky V.L., Winkler H., Tsygankov S.S., Lipunov V.M., Gorbovskey E.S., van Wyk F., Buckley D.A.H., Tyurina N.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 75-78. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182514>.

21.06-01.363 Φ . Using consumer-grade DSLR camera and small telescope to find new variable stars. *Pyatnytskyi M.Yu.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 79-82. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181741>.

21.06-01.364 Φ . Lithium-rich classical Cepheid V1033 Cyg: evolutionary status. *Vdovichenko S., Kovtyukh V.V., Keir L.E.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 83-86. Англ.

- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182232>.
- 21.06-01.365** Ф. Pulsational activity of the small—amplitude Cepheid Polaris (α UMi) IN 2018-2019. *Usenko I.A., Miroshnichenko A.S., Danford S., Kovtyukh V.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 87-90. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182238>.
- 21.06-01.366** Ф. Spectroscopic investigations of galactic clusters with associated Cepheid variables. III. Collinder 394 and BB SGR. *Usenko I.A., Kniazev A.Yu., Katkov I.Yu., Kovtyukh V.V., Mishenina T.V., Miroshnichenko A.S., Turner D.G.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 91-96. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182233>.
- 21.06-01.367** Ф. Fading of the continuum of noise storms in the decameter range related to CME. *Isaeva E.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 97-99. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181773>.
- 21.06-01.368** Ф. Multi-frequency radio interferometry algorithm. *Orlov V.V., Lytvynenko O.A., Galanin V.V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 100-102. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181776>.
- 21.06-01.369** Ф. Frequency dependence of the ionosphere scintillation parameters on the observations of cosmic radio sources at the decameter wave range. *Panishko S.K., Lytvynenko O.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 103-104. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181778>.
- 21.06-01.370** Ф. Jovian decameter radio emission: to the question on the size of sources. *Tsvyk N.O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 105-109. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182527>.
- 21.06-01.371** Ф. UTR-2 low frequency continuum survey of the northern sky. Part II. *Vasilenko N.M., Sidorchuk M.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 110-113. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182536>.
- 21.06-01.372** Ф. Multi-wavelength observations of a large solar flare. *Chornogor S.N., Kondrashova N.N.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 114-118. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182447>.
- 21.06-01.373** Ф. Approximation of the integral energy spectrum of protons of SCR in the range of $> 1-850$ MeV. *Isaeva E.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 119-121. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181797>.
- 21.06-01.374** Ф. Relationship of the proton flux intensity with relative distance between harmonics of type II radio bursts in the range 25—180 MHz. *Isaeva E.A.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 122-124. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181798>.
- 21.06-01.375** Ф. Evidences for strong mixed-polarity magnetic fields in area of a seismic source associated with large proton solar flare. *Lozitsky V.G., Varanovsky E.A., Lozitska N.I., Tarashchuk V.P.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 125-129. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181822>.
- 21.06-01.376** Ф. Solar plasma dynamics during the formation and development of Ellerman bombs pair. *Pasechnik M.N.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 130-131. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182520>.
- 21.06-01.377** Ф. Study of effects of lunar tidal wave passage in upper atmosphere of Earth according to monitoring data at radio telescope «URAN-4» RI NANU. *Ryabov M.I., Sobitnyak L.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 132-136. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182539>.
- 21.06-01.378** Ф. Peregée-syzygy tides in atmosphere. *Sidorenkov N.S., Wilson Ian.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 137-141. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181910>.
- 21.06-01.379** Ф. Baldone observatory in the circles of time. *Eglitis I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 142-145. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181825>.
- 21.06-01.380** Ф. Investigation of NEO asteroids 2006 VB14 and 1986 DA. *Eglitis I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 146-147. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181826>.
- 21.06-01.381** Ф. Ongoing operation and perspectives of simple VLBI networks of geostationary satellites monitoring. *Kaliuzhnyi M., Zhang Z., Bushuev F., Shulga O., Bezrukovs V., Reznichenko O., Melnychuk S., Malynovskiy Y.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 148-150. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181905>.
- 21.06-01.382** Ф. Evolution of comet-like orbits of meteorite-producing groups and their parent bodies. *Konovalova N.A., Gorbanev Yu.M., Davruqov N.H.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 151-157. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182510>.
- 21.06-01.383** Ф. Simulation of the orbiting spacecraft to analysis and understand their rotation based on photometry. *Koshkin N.I., Melikyants S., Korobeinikova E., Shakun L., Strakhova S., Kashuba V., Romanuk Ya., Terpan S.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 158-161. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.183899>.
- 21.06-01.384** Ф. First results of clarifying of orbital elements of low-orbit spacecraft using observations of the RI "MAO" doppler station. *Kriuchkovskiy V., Bushuev F., Kaliuzhnyi M., Khalaley M., Kulichenko M., Shulga O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 162-164. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181906>.
- 21.06-01.385** Ф. Results of positional and photometric measurements of meteor trajectories observed in Mykolaiv 2017-2018. *Kulichenko M.O., Shulga O., Gorbanev Yu.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 165-167. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181908>.
- 21.06-01.386** Ф. Model of gravitational effects in Saturn's rings. *Manchenko L.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 168-170. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182512>.
- 21.06-01.387** Ф. Mathematical model and method of optimal placement of optical-electronic systems for trajectory measurements of air objects at test. *Tevjashev A.D., Shostko I.S., Neofitnyi M.V., Kolomiyets S.V., Kyrychenko I.Yu., Pryimachov Yu.D.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 171-175. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182231>.
- 21.06-01.388** Ф. Material of cometary nuclei and asteroids can be studied in the Earth's orbit. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 176-177. Англ.
- <https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181911>.
- 21.06-01.389** Ф. New astrometric reduction of the supercosmos plate archive: first results. *Akhmetov V.S., Andruk V.M., Protsyuk Yu.I., Relke H., Eglitis I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 178-180. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181557>.

21.06-01.390 Ф. Photometry of stars for astronegatives with a single exposure. *Andruk V., Eglitis I., Protsyuk Yu., Akhmetov V., Pakuliak L., Shatokhina S., Yizhakevych O.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 181-184. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181596>.

21.06-01.391 Ф. On the FON astrophotometry project accomplishment. *Andruk V.M., Pakuliak L.K., Eglitis I., Yuldoshev Q., Mullo-Abdolv A., Shatokhina S.V., Yizhakevych O.M., Protsyuk Yu.I., Relke H., Akhmetov V.S., Muminov M.M., Ehgamberdiev Sh.A., Kokhirova G.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 185-188. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181558>.

21.06-01.392 Asteroid search results for digitized astroplates of 1.2m telescope in Baldone. *Eglitis I., Yizhakevych O., Shatokhina S., Protsyuk Yu., Andruk V.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 189-191. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181599>.

21.06-01.393 Ф. Probabilities of physical link between the components of the selected multiple systems from WDS catalog. *Maigurova N.V., Protsyuk Yu.I.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 192-195. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181603>.

21.06-01.394 Ф. Comparisson of the results of processing of CCD observations of selected open clusters. *Protsyuk Yu.I., Kovalchuk O.M., Andruk V.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 196-198. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.182230>.

21.06-01.395 Ф. The re-processing results of photographic observations of asteroids with GAIA catalog at the MAO NAS of Ukraine. *Shatokhina S., Kazantseva L.V., Andruk V.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 199-202. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181731>.

21.06-01.396 Ф. On the "solar system small bodies" astrophotometry project of the Ukrainian virtual observatory. *Shatokhina S.V., Yizhakevych O.M., Protsyuk, Yu.I., Kazantseva L.V., Pakuliak L.K., Eglitis I., Relke H., Yuldoshev Q.X., Mullo-Abdolv A.Sh., Andruk V.M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 203-207. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181732>.

21.06-01.397 Ф. The astrometric and photometric results of digitized plates on Epson expression 10000XL scanner with different resolutions. *Yuldoshev Q., Andruk V., Muminov M.* Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. 32, с. 208-210. Англ.

<https://doi.org/10.18524/1810-4215.2019.32.181734>.

21.06-01.398 Возможные механизмы аномальных электромагнитных излучений атмосферы Земли, вызванные космическими лучами. *Бордонский Г.С.* Исследование Земли из Космоса. 2020, № 4, с. 63-73. Рус.

Анализируются ранее выполненные измерения резкого возрастания интенсивности излучения атмосферы на длинах волн 8,5 мм, 3,3 мм и 8—12 мкм во время магнитной бури 14 декабря 2006 г. Измерения были выполнены в г. Чита, когда событие совпало с приходом атмосферного фронта, вызвавшего похолодание воздуха. Рассматриваются причины явления, одна из которых связывается с генерацией электронов космическими лучами и их последующим ускорением в электрических полях атмосферы. Изучение явления представляет интерес как для физики атмосферы, так и для дистанционного зондирования. Нетепловые электромагнитные излучения в микроволновом, инфракрасном и видимом диапазонах можно использовать для обнаружения и исследования атмосферных процессов: лавин убегающих электронов, фотоядерных реакций, электризации, грозных явлений, магнитных бурь, предвестников при-

родных катастрофических и аномальных явлений.

21.06-01.399 Исследование из космоса аномальных вариаций различных геофизических полей при подготовке серии сильных землетрясений в Италии в 2016—2017 гг. *Бондур В.Г., Цидилина М.Н., Воронова О.С., Феоктистова Н.В.* Исследование Земли из Космоса. 2021, № 6, с. 3-21. Рус.

На основе совместного анализа различных геофизических полей, регистрируемых из космоса, выявлена временная последовательность появления тепловых аномалий, аномалий аэрозольной оптической толщины и полного электронного содержания ионосферы в период подготовки сильных землетрясений с магнитудами $M=5.2-6.6$, произошедших в Центральной Италии в 2016—2017 гг. Для анализа тепловых полей использовались значения температур поверхности, приповерхностного слоя атмосферы, а также уходящего длинноволнового излучения, зарегистрированные с помощью прибора AIRS (спутник Aqua). Исследования изменений значений аэрозольной оптической толщины проводились с использованием продукта MCD19A2 (спутники Terra и Aqua). Для исследования аномалий в ионосфере использовались глобальные ионосферные карты GIM, полученные по данным глобальных спутниковых навигационных систем и данные наземных GPS-станций, расположенных в радиусе 100 км от эпицентров землетрясений. Установлено, что первые предвестниковые изменения геофизических полей происходили в областях с радиусами 200 км, центры которых совпадали с центрами зон высокого риска возникновения землетрясений, и регистрировались за 11—15 дней до главных сейсмических толчков.

21.06-01.400 Применение лазеров в наземных и дистанционных космических наблюдениях (к 60-летию начала экспериментов по лазерной локации Луны). *Ипатов А.В., Ведешин Л.А.* Исследование Земли из Космоса. 2021, № 6, с. 96-98. Рус.

DOI: 10.31857/S020596142106004X.

21.06-01.401 Гало Бозе-конденсата темной материи с невырожденной компонентой. *Абуллин И.Г., Попов В.А.* Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019, № 1, с. 26-44. Рус.

Галактическое гало темной материи рассматривается как слабо неидеальный разреженный Бозе-газ. Внутреннюю область гало занимает ядро, в котором одна часть бозонов образует конденсат Бозе—Эйнштейна, а другая остается в невырожденном состоянии. Невырожденная компонента описывается как газ элементарных возбуждений в приближении Хартри—Фока—Боголюбова, которое позволяет учесть весь энергетический спектр квазичастиц. Вокруг ядра находится облако неконденсированных бозонов. Численные решения уравнений, описывающие распределение плотности темной материи, показывают, что радиус гало может значительно меняться в зависимости от доли частиц в конденсате, в то время как размер самого конденсата остается практически постоянным. Когда размер конденсата сравним с размером гало, невырожденная компонента, из-за ограничения на отношение сечения рассеяния к массе частиц темной материи, не дает заметного вклада в профиль плотности и кривые вращения по сравнению с моделями, где гало целиком состоит из конденсата. Показано, что бозоны с массой ~ 100 эВ не нарушают этого ограничения, если образуют относительно небольшие «капли» конденсата (их радиус порядка 100 астрономических единиц) внутри гало, состоящего из неконденсированных частиц.

21.06-01.402 О Проективных движениях 5-мерных пространств. II. *Н-пространства типа {41}. Аминова А.В., Хажимов Д.Р.* Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019, № 1, с. 45-55. Рус.

Исследуются пятимерные псевдоримановы многообразия (M, g) , допускающие инфинитезимальные проективные преобразования. Для n -мерных собственно римановых и лоренцевых пространств эта задача была решена в работах Т. Левин-Чивита, А. З. Петрова, А. С. Солодовникова и А. В. Аминовой. Проблема классификации псевдоримановых многообразий произвольных сигнатуры и размерности по алгебрам и группам Ли проективных преобразований, поставленная более ста лет на-

зад, остается открытой. В данной работе с помощью метода косономального репера (Аминова) определяются пятимерные h -пространства типа {41} и устанавливаются необходимые и достаточные условия существования проективных движений того же типа.

21.06-01.403 О проективных движениях 5-мерных пространств. III. H -пространства типа {5}. *Аминова А.В., Хакимов Д.Р. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 1, с. 56-66. Рус.

С помощью метода косономального репера (Аминова) определяются пятимерные h -пространства типа {5} и устанавливаются необходимые и достаточные условия существования проективных движений того же типа.

21.06-01.404 Влияние электронной бомбардировки на спектры фотопроводимости кристаллов CdS. *Батырев А.С., Висенгалев Р.А., Сумьянова Е.В. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 1, с. 67-75. Рус.

Представлены результаты исследований влияния электронной бомбардировки на спектральное распределение фотопроводимости монокристаллов CdS в области края фундаментального поглощения при температуре жидкого азота ($T=77$ К). Показано, что фоточувствительность кристалла, а также тонкая (экситонная) структура спектров фотопроводимости, формируемая в тонком приповерхностном слое полупроводника, изменяются под воздействием бомбардировки исследуемого образца электронами низких энергий. Проведенные эксперименты показали, что индуцируемая электронной бомбардировкой трансформация спектров фотопроводимости кристаллов CdS связана со стимулированной электронной бомбардировкой десорбцией с поверхности образца кислорода, который создает отрицательный поверхностный заряд. Показано, что воздействие электронной бомбардировки на спектры низкотемпературной фотопроводимости кристаллов 1-й и 2-й группы тонкой структуры имеет различный характер. Такое различие связывается с различным составом приповерхностного слоя полупроводников. Кристаллы CdS 1-й группы, характеризуются наличием в приповерхностном слое избыточных междоузельных атомов кадмия. Эти атомы играют роль мелких доноров и создают на некотором удалении от поверхности полупроводника обогащающий изгиб зон. Вблизи поверхности таких кристаллов существует обедняющий изгиб энергетических зон, обусловленный адсорбированным на поверхности кислородом и формирующий потенциальную яму для дырок.

21.06-01.405 Взаимосвязь сейсмических скейлингов на примере сейсмичности острова Кюсю (Япония). *Стазовский И.Р. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 1, с. 76-81. Рус.

Представлены результаты мультифрактального анализа сейсмичности острова Кюсю (Япония). Показано, что сейсмический процесс острова Кюсю характеризуется взаимосвязанными скейлингами пространственных распределений сейсмичности и повторяемости землетрясений. Вычислены количественные соотношения между этими скейлингами.

21.06-01.406 Инфлатон и поле Хиггса в конформной теории супергравитации. *Брандышев П.Е., Фролов Б.Н. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 2, с. 4-14. Рус.

Известно, что в суперсимметричных теориях поля Хиггса могут давать ненулевой вклад в энергию вакуума, поэтому они должны учитываться в космологических моделях, которые строятся в рамках теории супергравитации. Целью данной работы является построение конформно инвариантной суперсимметричной полевой модели, описывающей феномен темной энергии и включающей в себя поля Хиггса, обеспечивающие механизм спонтанного нарушения электрослабой симметрии в соответствии с экспериментальными данными, предсказанными стандартной моделью физики элементарных частиц. Было построено действие конформной супергравитации, представляющее собой конформное обобщение минимально суперсимметричной стандартной модели и описывающее взаимодействие поля Хиггса с инфлатонным полем. Исследуется современная стадия расширения Вселенной. Показано, что в данной теории мо-

жет быть получено космологическое решение, согласующееся с законом Хаббла. Найдены массы всех бозонов Хиггса. Константы связи теории подбираются таким образом, чтобы значение постоянной Хаббла, а также массы и заряды всех частиц стандартной модели соответствовали данным наблюдений и экспериментов.

21.06-01.407 Дискретная модель пространства-времени и бинарная предгеометрия Владимиров. *Круглый А.Л. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 2, с. 15-27. Рус.

Рассматривается дискретная модель пространства-времени, которая представляет собой ориентированный ациклический граф. Рассматривается частный случай конечного, связного, ориентированного ациклического графа, названный x -графом, в котором полустепени захода и исхода не превышают двух. Вершины идентифицируются с элементарными событиями, а ориентированные ребра — с элементарными причинно-следственными связями. И вершины, и ребра считаются неделимыми первоэлементами, не имеющими внутренних свойств. Все свойства заключены в топологии x -графа. Так элементарная частица (точнее ее мировая линия) предполагается последовательностью квазиповторяющихся структур x -графа. Имеется две основные задачи. Первая заключается в построении динамики модели и в настоящей работе не рассматривается. Вторая задача заключается в идентификации структур x -графа с физическими объектами, а топологических характеристики — с физическими величинами, для чего необходимо установить соответствие с квантовым описанием. Топологические характеристики задаются целыми числами: число вершин, число ребер, число маршрутов определенного вида и так далее. Для квантового описания характерно использование комплексных чисел. Описание x -графа комплексными числами получено за счет анализа Фурье. Доказан ряд топологических свойств x -графа, благодаря которым структуры x -графа могут описываться бинарными системами комплексных отношений Владимиров. Это позволяет использовать результаты Владимиров для анализа и интерпретации рассматриваемой модели.

21.06-01.408 Космология от Адама и Евы до Алексея Старобинского. Часть 1. *Березин В.А. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 2, с. 28-43. Рус.

Лекция, прочитанная в ходе Зимней школы «Петровские чтения» 2018 года, посвященной 70-летию академика Алексея Александровича Старобинского. Обзор развития космологических воззрений и моделей до наших дней.

21.06-01.409 Космология от Адама и Евы до Алексея Старобинского. Часть 2. *Березин В.А. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 2, с. 44-63. Рус.

Лекция, прочитанная в ходе Зимней школы «Петровские чтения» 2018 года, посвященной 70-летию академика Алексея Александровича Старобинского. Обзор развития космологических воззрений и моделей до наших дней.

21.06-01.410 Аналитическое описание потока протонов кольцевого тока Земли для питч-угла 90 градусов. *Смолин С.В. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 2, с. 64-69. Рус.

Как математическая модель предложено обыкновенное дифференциальное уравнение для аналитического описания перпендикулярного дифференциального потока заряженных частиц в магнитосфере Земли, которое зависит от времени и нескольких параметров (параметр МакИлвейна, магнитное местное время или геомагнитная восточная долгота, индекс геомагнитной активности, показатель питч-углового распределения заряженных частиц или индекс анизотропии питч-углового распределения, но взятый для питч-угла 90° при $= 0$, средний показатель питч-углового распределения заряженных частиц на интервале времени вычисления, время жизни вследствие взаимодействий волна—частица). При определенных геофизических условиях и на временном интервале приблизительно не более чем три часа (когда индекс геомагнитной активности $= \text{const}$) или на большем временном интервале, когда $\approx \text{const}$, уравнение решается аналитически. Получено

простое аналитическое решение, которое зависит от времени и нескольких параметров. Произведено сравнение результатов по предложенной модели и по полной модели для области питч-углов от 0 до 180°. Получено для перпендикулярного дифференциального потока протонов кольцевого тока Земли очень хорошее согласие с максимальной относительной ошибкой приблизительно несколько процентов (для рассмотренного примера 3,23 процента). Экспериментальные данные были собраны спутником "Cluster". Модель позволяет также оценивать для разных геофизических условий время жизни вследствие взаимодействий волна-частица. Вывод уравнений представлен в аппендиксе.

21.06-01.411 Аналитическое описание потока протонов кольцевого тока Земли для питч-угла 90 градусов (на английском). Смолин С.В. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 2, с. 70-74. Рус.

As mathematical model is offered the ordinary differential equation for the analytical description of a perpendicular differential flux of the charged particles in the Earth's magnetosphere which depends on time and several parameters (the McIlwain parameter, the magnetic local time or geomagnetic eastern longitude, the geomagnetic activity index, parameter of the charged particle pitch angle distribution or the pitch angle distribution anisotropy index but is taken for the pitch angle of 90 degrees at $\theta = 0$, the average parameter of the charged particle pitch angle distribution on an interval of time of calculation, the lifetime due to wave-particle interactions). Under the certain geophysical conditions and on a time interval approximately no more than three hours (when a geomagnetic activity index = const) or on a greater time interval, when \approx const, the equation is solved analytically. The simple analytical solution is received which depends on time and several parameters. Comparison of results on the offered model and on full model for the pitch angle range from 0 up to 180 degrees is lead. For a perpendicular differential flux of the Earth's ring current protons very good consent with the maximal relative error approximately some percent (for the considered example 3.23 percent) is received. Experimental data have been collected by the Cluster satellite. The model allows to estimate also for different geophysical conditions a lifetime due to wave-particle interactions. A conclusion of the equations is presented in an appendix.

21.06-01.412 Изменение масштабно-инвариантной структуры сейсмического процесса перед землетрясением Северная Баха (Мексика). Стаховский И.Р. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 2, с. 75-81. Рус.

Представлены результаты мультифрактального анализа сейсмичности, предшествовавшей землетрясению Северная Баха (2010 г., Мексика) в его эпицентральной области. Построены спектры сингулярностей мультифрактальных мер, моделирующих пространственные распределения сейсмических эпицентров и сейсмической энергии. Показано, что для обоих распределений спектры сингулярностей существенно расширяются в последние два года перед главным толчком землетрясения Северная Баха.

21.06-01.413 Космология от Адама и Евы до Алексея Старобинского. Часть 3. Березин В.А. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 3, с. 4-10. Рус.

Лекция, прочитанная в ходе Зимней школы «Петровские чтения» 2018 года, посвященной 70-летию академика Алексея Александровича Старобинского. Обзор развития космологических воззрений и моделей до наших дней.

21.06-01.414 Эффект ненулевой космологической постоянной в супер-пуанкаре-инвариантной Вселенной. Аминова А.В., Люлинский М.Х. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 3, с. 11-19. Рус.

Earlier we defined the Minkowski superspace $SM(4, 4|\lambda, \mu)$ as the invariant of the Poincare supergroup of supertransformations, which is a solution of Killing superequations. In the present paper we use formulae of super-Riemannian geometry developed by V. P. Akulov and D. V. Volkov for calculating a superconnection and a supercurvature of Minkowski superspace. We show that the curvature of the Minkowski superspace does not vanish,

and the Minkowski supermetric is the solution of the Einstein superequations, so the eight-dimensional curved super-Poincare invariant superuniverse $SM(4, 4|\lambda, \mu)$ is supported by purely fermionic stress-energy supertensor with two free real parameters λ, μ , and, moreover, it has non-vanishing cosmological constant $\Lambda = 12/(\lambda^2 - \mu^2)$ defined by these parameters that could mean a new look at the cosmological constant problem.

21.06-01.415 Квантовая машина времени. Гуц А.К. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 3, с. 20-44. Рус.

Обсуждаются недостатки классического подхода к конструированию машины времени, основанного на идее использовать замкнутые времениподобные кривые. Говорится о необходимости использовать квантовую механику. Дается аксиоматика квантовой механики, принадлежащая А.Д. Александрову. Приводятся различные конструкции так называемой квантовой машины времени: эффективная машина времени Светличного, использующая квантовую телепортацию, квантовая AARV-машина времени, машина времени Грея, не-Геделевская машина времени. Демонстрируется, как в с помощью квантовых машин времени разрешаются временные парадоксы.

21.06-01.416 Численно-аналитические методы математического моделирования нелинейных динамических систем. IV. Расширение визуальных возможностей пакета DifEqTools, тестирование на точность и скорость вычислений. примеры исследования. Игнатьев Ю.Г., Самигуллина А.Р. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 3, с. 45-68. Рус.

Описаны инструменты автоматической визуализации численных решений систем нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений и усреднения численных решений на основе авторского прикладного пакета программ DifEqTools, а также приведены примеры применения этих инструментов к исследованию нелинейных задач механики и космологии.

21.06-01.417 Космический микроволновой фон в реляционном подходе. Молчанов А.В. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 3, с. 69-76. Рус.

В рамках реляционной парадигмы предложено описание эффекта космического микроволнового фонового излучения. Установлена связь предложенной интерпретации с идеями о "температуре межзвездного пространства выдвинутыми Г. Вейлем, А. Эддингтоном, Э. Регенером и В. Нернстом в 20—30-е годы XX века. Кроме того, в соответствии с реляционным обоснованием космологического красного смещения и современными данными о светимостях звёзд получена новая оценка температуры микроволнового фона. Ключевая идея проведения оценки состоит в учёте энергии испущенного, но не поглощённого излучения. Согласно реляционному подходу, эта энергия до реального поглощения распределяется по отношениям между излучателем и всеми возможными поглотителями. Во Вселенной, как системе большого числа излучателей и поглотителей это приводит к ситуации, когда наблюдатель воспринимает самого себя, как обладающего некоторой дополнительной энергией, что связывается с обнаружением дополнительного излучения, находящегося в термодинамическом равновесии с регистрирующим прибором. Также в статье уделяется внимание проблеме, возникшей в космологии в последние годы: неоднозначности параметра Хаббла при его определении двумя независимыми астрономическими методами. Поскольку в реляционном подходе за явление космологического красного смещения ответственны два фактора, становится возможным охарактеризовать каждый из них своим значением параметра Хаббла.

21.06-01.418 Модель аккреционного диска "польский пончик" в пространстве Гуцунаева—Манько. Кичигин И.В., Тегай С.Ф. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2019, № 3, с. 77-87. Рус.

Рассматривается модель нейтрального аккреционного диска "польский пончик" в пространстве, описываемом решением Гуцунаева—Манько. Это аксиально симметричное и асимптотически плоское решение уравнений Эйнштейна—Максвелла может быть интерпретировано как поле источника, обладающего магнитным моментом. Вещество аккреционного диска

в модели “польский пончик” описывается тензором энергии-импульса идеальной жидкости, а собственная гравитация диска считается пренебрежимо малой. Исходя из релятивистского уравнения Эйлера, для данной модели возможно построить поверхности постоянного давления, не задавая уравнение состояния вещества диска. Полушенная таким образом структура диска зависит от распределения его момента импульса. Мы рассматриваем два вида распределений момента: постоянное, типичное для теории аккреции на черные дыры, и распределение, монотонно растущее от нуля на поверхности звезды до келлеровского момента на больших расстояниях от нее, характерное для аккреции на нейтронные звезды. При реалистичных значениях параметров влияние магнитного поля оказывается крайне малым, тогда как экстремально большие значения магнитного момента или компактности источника могут приводить в том числе и к качественным изменениям структуры аккреционного диска.

21.06-01.419 Предсказание нелинейного эффекта для анизотропии питч-углового распределения заряженных частиц на геостационарной орбите. *Смолин С.В. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 3, с. 88-97. Рус.

Предложена новая феноменологическая модель предсказания динамики перпендикулярного индекса анизотропии питч-углового распределения заряженных частиц на геостационарной (геосинхронной) орбите (ГСО) в магнитосфере Земли, а также на любой круговой орбите в зависимости от местного времени ЛТ на орбите и индекса геомагнитной активности. Проведено сравнение модели на качественном физическом уровне с многочисленными экспериментальными данными, полученными с 1999 г. по 2007 г. Доказано, что общая аналитическая зависимость перпендикулярного индекса анизотропии питч-углового распределения заряженных частиц на ГСО, полученная в первом приближении, может быть использована (особенно для магнитоспокойных условий) для количественных прогнозов и сравнений с экспериментальными данными на ГСО после привлечения соответствующих эффективных поперечных сечений перезарядки и кулоновских столкновений для электронов, протонов и ионов. Получено для предложенной математической модели, что половина ширины общей аналитической зависимости от местного времени ЛТ на орбите = 6 ч ЛТ (когда $\approx \text{const}$, например, в течение одних суток) есть величина постоянная и не зависящая от индекса. Теоретически предсказан нелинейный эффект для разности между максимальным значением перпендикулярного индекса анизотропии питч-углового распределения заряженных частиц (в местный полдень ЛТ=12 ч) и минимальным значением перпендикулярного индекса анизотропии (в местную полночь ЛТ=0 ч) на ГСО от индекса геомагнитной активности. Нелинейный эффект для анизотропии питч-углового распределения заряженных частиц будет, вероятно, в той или иной степени и на других радиальных расстояниях от Земли.

21.06-01.420 H -пространства $(h41, g)$ типа $\{41\}$: проективно-групповые свойства. *Аминова А.В., Хажимов Д.Р. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 4, с. 4-12. Рус.

In this paper we study five-dimensional h -spaces $(H41, G)$ type $\{41\}$. Necessary and sufficient conditions for $(H41, g)$ to be a space of constant curvature are found. The general solution of the Eisenhart equation in h -space $(H41, g)$ of non-constant curvature is determined. We establish conditions for the existence of a non-homothetic projective motion in $(H41, g)$ and describe the structure of a non-homothetic projective Lie algebra in h -space $(H41, g)$ of type $\{41\}$.

21.06-01.421 Пенлеве-подобные координаты и моделирование статического гравитирующего шара. *Баранов А.М. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 4, с. 13-22. Рус.

Рассмотрена проблема введения координат для описания внутренних статических решений сферически симметричных гравитирующих объектов, аналогичных координатам Пенлеве для внешнего решения Шварцшильда. Показано каким образом метрику пространства-времени для внешнего решения

Шварцшильда в координатах кривизн можно переписать в координатах Бонди и Пенлеве. Для известного внутреннего решения Шварцшильда, записанного в координатах кривизн, найдено аналитическое преобразование к Пенлеве-подобным координатам. Метрика для внутреннего решения Шварцшильда переписана в новых координатах и показано, что гравитационное поле является конформно-плоским, как и должно быть для модели гравитирующего статического шара с однородным распределением плотности массы вещества. Процедура перехода к Пенлеве-подобным координатам обобщена на произвольную статическую сферически симметричную метрику пространства-времени. Продемонстрирована запись 4-метрики в Пенлеве-подобных координатах для параболического закона распределения плотности массы идеальной жидкости внутри гравитирующего шара путем перехода в общем случае от координат Бонди.

21.06-01.422 Теории пространства-времени. *Гуц А.К. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 4, с. 23-47. Рус.

Обзор посвящен представлению различных математических описаний пространства-времени. Это пространство-время Минковского, интуиционистское пространство-время, некоммутативное пространство-время. Обсуждается смысл идеи о нефундаментальности понятия пространства-времени, о которой в литературе говорят как о возникающем пространстве-времени. Демонстрируется пространство-время петлевой квантовой гравитации. Кратко излагается механизм возникновения гравитации и пространства-времени в рамках AdS/CFT -соответствия. Показано, как связность пространства-времени определяется мерой запутанности подсистем квантовой полевой системы.

21.06-01.423 О почти эйнштейновых локально однородных (псевдо)римановых многообразиях. *Клепиков П.Н., Оскорбин Д.Н., Родионов Е.Д. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 4, с. 48-65. Рус.

Обзор недавних исследований по различным обобщениям теории многообразий Эйнштейна, а также их классификации в случае локально однородных пространств малой размерности.

21.06-01.424 Теоретико-полевой подход в общей теории относительности и других метрических теориях. *Обзор. Петров А.Н., Питц Д.В. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 4, с. 66-124. Рус.

The representation of General Relativity (GR) and other metric theories of gravity in field-theoretic form on a background is reviewed. The gravitational field potential (metric perturbation) and other physical fields are propagated in an auxiliary background spacetime, which may be curved and may lack symmetries. Such a reformulation of a metric theory is exact and generally equivalent to its initial formulation in the standard geometrical form. The formalism is Lagrangian-based, in that the equations for the propagating fields are obtained by varying the related Lagrangian, as are the background field equations. A new sketch of how to include spinor fields is included. Conserved quantities are obtained by applying the Noether theorem to the Lagrangian as well. Conserved currents are expressed through divergences of antisymmetric tensor densities (superpotentials), connecting local perturbations with quasi-local conserved quantities. The gauge dependence due to the background metric is studied, reflecting the so-called non-localizability of gravitational energy in exact mathematical expressions formally, an infinity of localized energy distributions that, combined with the material energy, satisfy the continuity equation. The exact expressions can be related to pure GR pseudotensors (especially Papapetrou's) employing the matrix $\text{diag}(-1, 1, 1, 1)$, as Nester et al. consider on independent grounds. The field-theoretic formalism admits two partially overlapping uses. The first one is practical applications of pure GR, where the background presents merely a useful fiction. The second one is foundational considerations in which a background notion of causality, ε -causality, is useful for making sense of equal-time or space-like commutation relations, in which case the background metric via inequalities has qualitative but not strict quantitative physical meaning. The Schwarzschild solution is the main object for demonstration of the power of the method. Various possibilities

for calculating the mass of the Schwarzschild black hole using surface integration of superpotentials are given. Presenting the Schwarzschild solution as a field configuration on a Minkowski background, we describe a curved spacetime from spatial infinity to the horizon and even to the true singularity, which is represented in consistently as a point particle using the Dirac δ -function. Trajectories of test particles in the Schwarzschild geometry are gauge-dependent in that even breakdowns at the horizon can be suppressed (or generated) by naive gauge transformations. This fact illustrates the auxiliary nature of the background metric and the need for some notion of maximal extension—much as with coordinate transformations in geometric GR. A continuous collapse to a point-like state modelled by the Dirac δ -function in the framework of the field-theoretic method is presented. The field-theoretic method is generalized to arbitrary metric theories in arbitrary D dimensions. The results are developed in the framework of Lovelock gravity and applied to calculate masses of Schwarzschild-like black holes. Future applications are discussed. The formalism also makes it natural to consider adding a graviton mass. The works of Babak and Grishchuk, which are partly numerical and hence nonperturbative, are reviewed, shedding light on the traditional questions of a (dis)continuous massless limit for massive pure spin-2 and the (in)stability of a classical theory including massive spin-2 and spin-0 gravitons.

21.06-01.425 Космология: наблюдательные основы. Сажина О.С., Капаччиоли М. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2019, № 4, с. 125-138. Рус.

Обзор современных наблюдательных методов космологии. Обсуждаются основные наблюдательные тесты Стандартной космологической модели: открытие расширения Вселенной и современного ускоренного расширения Вселенной, открытие и исследование реликтового излучения и его анизотропии, открытие крупномасштабной структуры Вселенной, предсказания и наблюдения распространенности легких химических элементов. Кратко излагается современное состояние исследований в области изучения темной энергии и темной материи. Рассматривается проблема поиска космологических гравитационных волн.

21.06-01.426 Проективно-групповые свойства h -пространств H_5 типа $\{5\}$. Аминова А.В., Хажимов Д.Р. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 1, с. 4-11. Рус.

Исследуются 5-мерные псевдоримановы h -пространства H_5 типа $\{5\}$. Находятся необходимые и достаточные условия, при которых H_5 является пространством постоянной кривизны. Определяется общее решение уравнения Эйнштейна в h -пространстве H_5 непостоянной кривизны. Устанавливаются условия существования негомометического проективного движения в H_5 и описывается структура негомометической проективной алгебры Ли в h -пространстве H_5 типа $\{5\}$.

21.06-01.427 Самодействие электромагнитного заряда в кротовой норе с бесконечно короткой горловиной. Аслан О., Попов А.А. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 1, с. 12-21. Рус.

Вычислена сила самодействия электромагнитного заряда в пространстве-времени кротовой норе с бесконечно короткой горловиной. Предполагается, что заряд является источником электромагнитного поля, неминимально связанного с кривизной пространства-времени.

21.06-01.428 Электромагнетизм, гравитация и принцип Маха. Владимиров Ю.С. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 1, с. 22-38. Рус.

Показано, что в последовательном реляционном подходе к физической реальности гравитационные взаимодействия имеют вторичный характер, производный от электромагнетизма. Этот вывод согласуется с рядом идей, высказанных классиками фундаментальной физики в духе принципа Маха в первой половине XX века. Ключевые слова: Реляционный подход к физической реальности, концепция дальнего действия, принцип Маха, электромагнетизм, гравитация, теория систем отношений, массы элементарных частиц.

21.06-01.429 Структура пространства-времени в

микром мире и свойства элементарных частиц. Попов Н.Н. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 1, с. 39-52. Рус.

Устанавливается связь между скрытыми симметриями шестимерного псевдоевклидова пространства сигнатуры $(+++---)$ и сохраняющимися квантовыми характеристиками элементарных частиц. Скрытые симметрии выявляются за счёт различных форм представления метрики псевдоевклидова пространства с помощью спиноров и гиперболических комплексных чисел. С помощью возникающих скрытых групп симметрий удаётся получить такие сохраняющиеся квантовые характеристики, как спин, изоспин, электрический и барионный заряды, гиперзаряд, цвет и аромат, а также предсказать точное количество таких сохраняющихся квантовых характеристик кварков, как цвет и аромат.

21.06-01.430 Ф. Spherical symmetric solutions of $f(r)$ gravity with a kinetic curvature scalar. Chervon S.V., Fabris J.C., Fomin I.V. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 1, с. 53-65. Англ.

We consider modified $f(R)$ gravity with a kinetic curvature scalar as a chiral self-gravitating model in a spherically symmetric spacetime. Most attention devoted to finding solutions for special case of scaling transformation when modified gravity transforms to Einstein frame from Jordan one. We proposed the method of determination of kinetic function for given scalar field dependence on space coordinate. New classes of solutions are found for special choice of $f(R)$ function.

21.06-01.431 О принципе геодезических в пространстве параметров группы Лоренца. Бабурова О.В., Портнов Ю.А., Фролов Б.Н., Шамрова В.Е. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 4-13. Рус.

В предыдущей работе авторов обосновано свойство тела, вращающегося относительно неподвижного центра масс, реализованное в пространстве параметров группы вращений принцип геодезических относительно метрики Киллинга—Картана этой группы. В настоящей работе доказывается релятивистская инвариантность этого свойства вращающегося тела, а именно, доказана теорема о том, что инерциальному движению вращающегося твердого тела в пространстве параметров группы вращений как подгруппы группы Лоренца соответствует кривая, являющаяся геодезической во внутреннем пространстве параметров данной группы.

21.06-01.432 Рождение черных дыр, причинность, нелокальность. Белинский А.В., Шульман М.Х. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 14-22. Рус.

Более 100 лет прошло с появления основополагающей статьи Эйнштейна и открытия законов теории относительности, в том числе — парадокса часов. Однако, по нашему мнению, многие ученые до конца так и не осознали, что это имеет революционное значение не только для механики и кинематики, но и для других важнейших разделов физики. Наша публикация посвящена анализу парадоксальных ситуаций при рождении черных дыр, концепции дальнего действия и близкого действия в области квантовых явлений, теории электромагнитного поля и гравитации. Благодаря такому анализу более ясным становится соотношение локальных и глобальных феноменов.

21.06-01.433 Сферически-симметричные — и R -решения уравнений 5-мерной теории Калуцы—Клейна и её обобщений. Гладуш В.Д. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 23-52. Рус.

Строятся решения 5-мерной (5D) теории типа Калуцы—Клейна, которая описывается лагранжианом, зависящего от параметра ε . При $\varepsilon=1$ лагранжиан описывает теорию Калуцы—Клейна; при $\varepsilon=1/\sqrt{3}$ он представляет эффективный лагранжиан для низко энергетического предела теории суперструн; наконец, при $\varepsilon=0$, описывает теорию Эйнштейна—Максвелла с минимально связанным скалярным полем. Исходный 5D вариационный принцип Эйнштейна—Гильберта для метрики независимой от 5 координаты, после размерной редукции сводится к четырехмерному. Последующая ортогонализация и конформное

отображение сводит действие к эйнштейновой форме, описывающей гравитационное, электромагнитное и скалярное взаимодействующие поля. Параметр ϵ формально вставляется в экспоненту, определяющую тип контактного взаимодействия между скалярным и электромагнитным полями. Последующая редукция к сферической симметрии приводит к действию, описывающего искомые конфигурации. Мы ограничиваемся построением сферически-симметричных решений, полученных таким образом обобщённых 5D моделей, геометрия которых зависит только от временной (T-решения) или радиальной (R-решения) координаты. Для каждого случая мы переходим в конфигурационное пространство, получаем метрику этого пространства и уравнения Эйнштейна—Гамильтона—Якоби, с помощью которого находятся траектории в конфигурационном пространстве. Далее, восстанавливается эволюционная координата и строятся метрики и поля, рассматриваемых моделей, в координатном пространстве. Найденное T-решение соответствует космологической модели типа Кантовского—Сакса с топологией гиперцилиндра, со скалярным и электромагнитным полями, взаимодействующими между собой контактным образом. С другой стороны, при соответствующем выборе постоянных интегрирования, они отвечают внутренней области черной дыры. Оказывается, множество R-решений гораздо содержательнее T-решений, что приводит к необходимости построения соответствующей классификации R-решений. Изучается симметрия конфигурационного пространства R-моделей, строятся соответствующие решения и приводится их краткий анализ.

21.06-01.434 Ф. On the gravitational waves coupled with electromagnetic waves. *Morozov A.N., Pustovoit V.I., Fomin I.V.* *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 53-63. Англ.

A description is made of the process of excitation of coupled longitudinal-transverse gravitational waves during the propagation of a strong electromagnetic wave in a vacuum and when a standing electromagnetic wave exists in the Fabry—Perot resonator. It is shown that such waves lead to the appearance of transverse gravitational waves in empty space. It was established that two standing high-frequency electromagnetic waves in a Fabry-Perot resonator with close frequencies cause the appearance of a low-frequency transverse gravitational wave in empty space.

21.06-01.435 Об использовании бивекторного формализма в гамилтоновой механике. Морозов Е.А., Морозова А.Р., Морозова Л.Е. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 64-70. Рус.

Строится бивекторный формализм гамилтоновой механики. На основе принципа детерминированности определяется расширенное аффинное пространство импульсов, координат и времени. Присоединенное к нему пространство рассматривается как прямая сумма ковариантного пространства импульсов и контравариантного пространства координат и времени, после чего определяется бивекторное пространство импульсов, координат и времени. Полученное точно-бивекторное соответствие позволяет определить, соответствующее ему, расширенное фазовое пространство и поток. При этом оказывается, что бивекторный аналог динамических уравнений Гамильтона имеет форму динамического уравнения Ньютона для потенциального поля. Рассматривается бивекторный вариант канонических преобразований, которые определяют геометрию бивекторного фазового пространства. Использование ковариантных и контравариантных векторных пространств, а также основных тензорных операций позволяет значительно упростить алгебру преобразований в доказательствах.

21.06-01.436 Квантовая хромодинамика и гиперболическая унитарная группа $Suh(3)$. Попов Н.Н. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 71-82. Рус.

Показывается, что квантовую хромодинамику как строгую теорию естественно строить на основе использования гиперболической унитарной группы $Suh(3)$, являющейся группой симметрии трёхмерного комплексного пространства гиперболического типа. Такой подход позволяет обнаружить глубокую связь между сохраняющимися цветовыми зарядами кварков и симметриями гиперболического трёхмерного комплекс-

ного пространства, а также математически корректно ввести эрмитовы операторы, описывающие восемь глюонов — переносчиков сильных взаимодействий.

21.06-01.437 Ф. Application of the Schrödinger equation in exact scalar field cosmology. *Fomin I.V., Chervon S.V., Maharaj S.D.* *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 83-94. Англ.

We propose a new method of exact solutions construction for scalar field cosmology based on representation of the Einstein—Friedmann dynamic equations as Schrödinger-like one. This representation allows one to compare the solutions of quantum-mechanical and cosmological problems. On the other hand, this approach makes it possible to use the well-known form-invariant transformations of the Schrödinger equation to generate exact cosmological solutions. As an example of the application of this method, the use of the Darboux transformations in scalar field cosmology is considered. On the other hand, the presented methods make it possible to generalize the obtained solutions to multi-field cosmological models.

21.06-01.438 Автоматное представление молекул типа фуллерена. Федченко Д.П., Бижмурзин Р.В. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 2, с. 95-99. Рус.

Дано описание геометрической структуры, 360 вершин которой кодируются игровыми конфигурациями 2×3 -пазла. Предложенная структура, при определенных условиях, очень схожа с молекулой фуллерена C_{60} .

21.06-01.439 Теоретическая интерпретация темной материи в концепции реляционного статистического пространства-времени. Аристов В.В. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 3, с. 4-14. Рус.

Теоретический аппарат вводимого реляционно-статистического пространства-времени позволяет описывать не только известные явления, но также и предлагать интерпретацию некоторых эффектов, требующих объяснения. Понятие темной материи занимает важное место в теории гравитации. Различные современные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что темная материя не является субстанцией, образованной из неизвестных частиц. Поэтому физическая теория нуждается в дополнении и уточнении для описания и таких явлений. Развиваемый вариант концепции реляционного статистического пространства-времени строится на основе теоретической модели фундаментальных приборов — часов и линеек и позволяет подойти к описанию понятия темной материи при рассмотрении закономерностей на космологических масштабах. Обсуждается получение выражения для классической теории гравитации из статистических принципов. Даются основные представления об обобщенном принципе Маха. Проясняется смысл так называемых космологических совпадений, впервые обнаруженных Вейлем. Показывается, как может быть интерпретировано проявление темной материи в рамках ньютоновского приближения теории гравитации. Приводимые оценки демонстрируют, что отношение (темная масса+видимая масса)/(видимая масса) соответствует опытным данным.

21.06-01.440 Ф. Extended relativistic non-equilibrium thermostatics of stellar structures with radiation pressure. *Balakin A.B., Tukbaev Z.Z.* *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 3, с. 15-26. Англ.

We establish the extended formalism for description of the static spherically symmetric relativistic non-equilibrium stellar systems in the formation of which the radiation pressure plays the key role. The main concept of this extended formalism inherits the ideas, on which the Israel-Stewart causal thermodynamics is based, but now the unit spacelike four-vector, indicated by the term director, is exploited in addition to the unit timelike medium velocity four-vector. An application of the extended formalism is considered; we analyze the profiles of the non-equilibrium pressure and temperature as the functions of guiding parameters introduced phenomenologically.

21.06-01.441 Ф. Exact solutions of the conformally flat universe. I. The evolution of model as the problem about a particle

movement in a force field. *Baranov A.M., Saveļjev E.V. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 3, с. 27-36. Англ.

The problem reduction of an evolution modelling of the open Universe for conformally flat space-time metric in Fock's form to an equivalent problem of a particle movement with an unit mass in a force field is demonstrated. The exact cosmological models filled with a substance and radiation in an approximation of the perfect fluid are found since the Friedman solution by means an introduction of set "mechanical" potentials. In the article the possibility of deriving from the Einstein equations exact cosmological solutions for the open Universe by reduction to the equivalent problem of a mass particle motion in the force field is considered. The cosmological model is filled by substance in an approximation of the perfect fluid with nonzero pressure, generally speaking. The metric of 4D space-time is taken in the Fock form as the metric conformal to the Minkowski metric. This metric has the dependence on one variable. A square of the variable is product of advanced and retarded times. The using of mechanical interpretation of the gravitation equations leads to a possibility of consideration of various mechanics force fields with the subsequent physical interpretation of the found exact cosmological solutions. First of all a movement of a free particle with an unit mass (a mechanical force equals to zero) is considered, i.e. the particle moves on inertia. The fourth degree of discovered law of movement is a conformal factor of the cosmological metric which is conformally flat. This case corresponds to the exact cosmological solution without pressure, coinciding with known the Friedman solution for the open Universe. After that the force field leading to uniformly decelerated motion of a particle is considered. The force potential is taken in the form of linear function. The tangent of a slope angle of the function curve coincides with particle acceleration. Such research leads to the exact cosmological solution asymptotically describing both an incoherent dust, and the ultrarelativistic substance which may be interpreted as an equilibrium radiation. Further a square-law function without a linear term and a constant value is taken as a force potential. Such potential can be interpreted as potential of the free oscillator. The solution of corresponding equation of motion is written down in the form of a cosine function with some initial phase related to the ratio between parameters which define dust-like and ultrarelativistic substance. This conclusion becomes obvious after considering asymptotic behaviour of pressure and energy density. Besides, the series expansion of a root of the fourth degree from a conformal factor asymptotically coincides with the law of uniformly decelerated motion in previous case that indicates its particular character.

21.06-01.442 Принцип материальности пространства и фундаментальные поля. *Журавлев В.М. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 3, с. 37-57. Рус.

Формулируется принцип материальности пространства и на его основе проводится краткий критический анализ общей идеологии Специальной и Общей теорий относительности. Рассматривается связь нового принципа с ранее развитой топологической теорией фундаментальных полей (ТТП). Рассматривается способ конструктивной реализации принципа материальности в рамках физической теории фундаментальных полей. Выводятся общие уравнения динамики маркеров материальных точек физического пространства и устанавливается их физический смысл.

21.06-01.443 Диссипативные структуры сейсмической кинетики. *Стаховский И.Р. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 3, с. 58-64. Рус.

Представлены результаты мультифрактального анализа ряда временных интервалов (ряда времен ожидания) между событиями серии землетрясений Риджквест 2019 г. Показано, что ряд обладает самоподобной структурой, сформированной сильно неравновесным состоянием среды. Временная диссипативная структура ряда может рассматриваться как индикатор процесса подготовки сильного землетрясения в сейсмогенерирующей среде.

21.06-01.444 Ф. Friedmann cosmological model with

nonlinear scalar field. *Ivanov G.G., Chervon S.V., Kharaeva A.V. Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* 2020, № 3, с. 66-71. Англ.

This paper is a translation of work Ivanov G.G. "Friedmann cosmological model with nonlinear scalar field" of 1981.

21.06-01.445 О движении Земли и глобальном изменении климата. *Волжин А.С. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2013, № 2, с. 100-115. Рус.

Приведены новые результаты, полученные автором при исследовании движения Земли. Современная наука не полностью отражает и искажает физическую сущность движения Земли. 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 ускорение 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 наиглавнейшей задачи человечества. Ключевые слова: движение Земли, глобальное изменение климата, орбитальная обкатка Земли, дрейф, угловая скорость, всемирный потоп.

21.06-01.446 Электромагнитная теория происхождения колец Сатурна (к единой теории происхождения планетных колец). *Черный В.В. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2013, № 4, с. 3-12. Рус.

Низкая температура и магнитное поле в районе планетных колец обращают внимание на необходимость исследования возможной роли сверхпроводимости их частиц в происхождении колец. В данной статье на основе решения электромагнитной задачи продемонстрировано, как кольца Сатурна могли образоваться из сверхпроводящих частиц окружавшего планету протопланетного облака в результате их взаимодействия с магнитным полем планеты. После появления у планеты магнитного поля частицы протопланетного облака на кеплеровских орбитах приобрели дополнительное азимутально-орбитальное движение, и после переходного периода их орбиты локализовались в плоскости магнитного экватора Сатурна в виде дисковой системы колец и щелей. Это подобно тому, как на лабораторном столе железные опилки формируют систему разделенных полосок в неоднородном поле магнита, но частицы колец не слипаются из-за эффекта Мейснера. Модель основана на экспериментальных данных наземных и космических исследований. Электромагнетизм и сверхпроводимость помогают понять, почему кольца за поясом астероидов, где низкая температура, есть только у планет с магнитным полем, у Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна. Внутри пояса астероидов тепло Солнца разрушает сверхпроводимость. Предложенная модель можно рассматривать как единую теорию происхождения планетных колец. Она не вступает в конфликт с уже существующими тео-

риями, а дополняет их и дает объяснение многим экспериментально наблюдаемым эффектам. Ключевые слова: кольца Сатурна, происхождение планетных колец, электромагнетизм в космосе, сверхпроводимость в космосе.

21.06-01.447 Из истории развития средств отображения навигационной обстановки и возможность использования опыта их применения при пилотируемом полете к Луне. *Митин А.Т., Митина А.А. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2014, № 4, с. 8-14. Рус.

Рассматриваются возможности бортовых средств отображения навигационной обстановки синтезировать изображение поверхности Земли и небесной сферы, близкие к наблюдаемым космонавтом в реальных условиях полета. Проводится анализ недостатков и преимуществ бортовых средств отображения навигационной информации. Предлагается при создании средств отображения навигационной обстановки использовать косую (орбитальную) равнопромежуточную цилиндрическую проекцию, картографическая плоскость которой перпендикулярна плоскости орбиты космического аппарата. Если при этом электронными средствами отображения навигационной обстановки будут компенсированы угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси и прецессия плоскости орбиты космического аппарата, то в этом случае изображение, видимое космонавтом в космическом полете, будет практически совпадать с изображением на бортовом средстве отображения навигационной обстановки, что значительно улучшит условия работы космонавтов при выполнении навигационно-баллистических задач и соответственно повысит качество их выполнения. Ключевые слова: пилотируемый космический полет, бортовые средства отображения навигационной обстановки, изображение поверхности Земли и звездного неба, картографические проекции, подспутниковая точка, трасса полета космического аппарата, условия выполнения космонавтом навигационных задач, пилотируемые полеты к Луне и другим планетам.

21.06-01.448 Осциллирующая вселенная. (Подходы к единой теории поля). *Ченский Е.В. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2015, № 1, с. 42-65. Рус.

Предложена кристаллическая модель вакуума, позволяющая с единой точки зрения описать электромагнитные волны и спектр элементарных частиц. Для реализации наблюдаемых свойств вакуума потребовалось ввести два параметра порядка: полярный вектор и аксиальный в виде, соответственно, электрической и магнитной поляризации. Определена восприимчивость вакуума, которая оказалась равной постоянной тонкой структуры. Найдена универсальная константа взаимодействия для всех частиц, равная удвоенному заряду монополя Дирака. Показано, что понятие массы частицы не имеет самостоятельного значения. Физический смысл имеет энергия частицы как энергия волнового пакета, связанного с возбуждением вакуума. Ключевые слова: теория вселенной, гравитационная оптика, кристаллическая модель вакуума.

21.06-01.449 Основные положения новой концепции движения Земли. *Волжгин А.С. Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова.* 2016, № 1, с. 17-34. Рус.

Приведены новые результаты, полученные автором при исследовании движения Земли. Современная наука не полностью отражает и искажает физическую сущность движения Земли. Обосновано, что Земля, кроме двух известных движений, суточного вращения и орбитального движения, еще имеет третье движение, названное орбитальной обкаткой Земли (ООЗ), а также четвертое движение, названное дрейфом Земли, по аналогии с гироскопом. На основе четырех движений Земли создана новая концепция движения Земли. В рамках новой концепции описана физическая сущность ООЗ, дрейфа и движения Земли в целом, с учетом четырех движений. Определены значения параметров ООЗ, установлен закон этого движения, справедливый для Луны и планет солнечной системы, которые тоже имеют это движение. Приведены многочисленные обоснования существования ООЗ на основе известных фактов и физических явлений, связанных с движением Земли. Показано, что два значения угловой скорости (УС) суточного вращения Земли (СВЗ) относительно Солнца и звезд не соответствуют зна-

чению абсолютной УС вращения Земли в пространстве. Определены значения абсолютной УС СВЗ в пространстве и дрейфа Земли. Установлено, что причиной возникновения многих физических явлений, связанных с движением Земли, является ООЗ, которая не учитывается при астрономических измерениях. Показано, что дрейф Земли является астрономической причиной, наряду с экологической и катастрофической причиной, глобального изменения климата, миграции климатических зон на Земле и чередования всемирных потопов и ледниковых периодов, в настоящую эпоху идет потепление климата. Ключевые слова: орбитальная обкатка Земли, дрейф Земли, Коперник, абсолютная угловая скорость.

21.06-01.450 Моделирование визуализации мониторинга энергичных нейтральных атомов геомагнитосферы на лунной базе. *Ли Лу, Цин-Лун Ю, Пин Чэюу, Сянь Чэсан, Сянь-Го Чэсан, Сянь-Юэ Ван, Юань Чан. Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 3-11. Рус.

Поскольку время полного оборота Луны вокруг Земли в точности совпадает с периодом ее вращения вокруг своей оси, мы можем видеть только одну сторону Луны, обращенную к Земле. Благодаря отсутствию на Луне собственного корпускулярного излучения, на ее поверхности, обращенной к Земле, может быть установлена базовая станция телеметрии нейтральных атомов для осуществления долгосрочного непрерывного мониторинга геомагнитной активности. Разрабатывается двумерная система получения изображения энергичных нейтральных атомов (ЭНА) с полем зрения $20 \times 20^\circ$, угловым разрешением $0.5 \times 0.5^\circ$ и геометрическим фактором $\sim 0.17 \text{ см}^2/\text{ср}$. Моделирование магнитосферного кольцевого тока в энергетическом канале 4–20 кэВ для средней геомагнитной бури ($K_p=5$) показывает следующее: 1) примерно на $60 R_E$ (R_E — радиус Земли) система получения изображения может получить 10^4 событий ЭНА за 3 мин, что соответствует статистическим требованиям к инверсии 2D кодированных данных изображений и удовлетворяет требованиям анализа эволюции кольцевого тока суббури во время магнитных бурь над средой; 2) загадки радиационных потерь ЭНА в областях магнитопаузы и плазменного слоя хвоста магнитосферы были выявлены с помощью двумерной модели излучения ЭНА. Мониторинг с высоким пространственно-временным разрешением изображений ЭНА этих двух важных областей обеспечит основу измерений поступления и механизма генерации энергии солнечного ветра; 3) средний интервал между регистрациями событий ЭНА составляет около 16 мс на орбите Луны; спектральная разница во времени для установленного диапазона энергий составляет минуты, что позволит получить информацию о местоположении для отслеживания триггера вспышек частиц во время геомагнитных бурь.

21.06-01.451 Магнитосферный отклик на взаимодействие с диамагнитной структурой спорадического солнечного ветра. *Пархомов В.А., Еселевич В.Г., Еселевич М.В., Дмитриев А.В., Суворова А.В., Хомутов С.Ю., Цзэ-мэ-д Б., Райта Т. Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 12-30. Рус.

Представлены результаты исследования движения от источника на Солнце до поверхности Земли диамагнитной структуры (ДС) солнечного ветра, представляющей собой последовательность микроДС меньших масштабов, которые являются частью коронального выброса массы 18.05.2013. ДС, определяемая по высокому отрицательному коэффициенту корреляции между модулем ММП и концентрацией СВ на спутниках ACE и Wind ($r = -0.9$) вблизи точки Лагранжа, на околоземной орбите на спутниках ТНВ и ТНС ($r = -0.9$) и на спутнике ТНА внутри магнитосферы, переносится от Солнца солнечным ветром до орбиты Земли с сохранением своей тонкой внутренней структуры. Имея большой размер в радиальном направлении ($\approx 763 R_E$, где R_E — радиус Земли), ДС обтекает магнитосферу. В то же время микроДС, имея размеры $\leq 13 R_E$, проходит через головную ударную волну и магнитопаузу в виде замагниченного плазмоида. При этом концентрация ионов в плазмоиде возрастает от 10 см^{-3} до 90 см^{-3} , а его скорость падает при движении в хвост магнитосферы. При переходе ДС через магнитопаузу генерируется импульсное электрическое поле величиной $\sim 400 \text{ мВ/м}$ с последующими колебаниями с периодом $T \sim 200 \text{ с}$ и амплитудой $\sim 50 \text{ мВ/м}$. Электрическое поле ускоряет

частицы радиационного пояса и вызывает модулированные потоки протонов в диапазоне энергий 95–575 кэВ на дневной стороне магнитосферы и электронов 40–475 кэВ и протонов 95–575 кэВ на ночной. На вечерней стороне магнитосферы (19–23 MLT) наблюдается суббурав активизация геомагнитных пульсаций и полярных сияний, но без отрицательной магнитной бухты. В послеполуденном секторе (01–05 MLT) наблюдается sawtooth-суббура без предварительной фазы и брейкпа с глубокой модуляцией ионосферного тока и аврорального поглощения. Длительность всех явлений в магнитосфере и на Земле определяется временем взаимодействия ДС с магнитосферой (~4 ч). Для интерпретации закономерностей магнитосферного отклика на взаимодействие с ДС рассматриваются альтернативные модели импульсного прохождения ДС из СВ в магнитосферу и классическая модель пересоединения ММП и геомагнитного поля.

21.06-01.452 Смещения значений геомагнитных индексов магнитосферного кольцевого тока. Макаров Г.А. *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 31-38. Рус.

Рассматриваются изменения среднесуточных значений индексов Dst, SYM-H, ASY-H и ASY-D и их зависимость от уровня магнитной возмущенности за период 1981–2016 гг. Эти индексы являются геомагнитными характеристиками магнитосферного кольцевого тока. Установлено, что индексы асимметричной компоненты кольцевого тока ASY-H и ASY-D в относительно магнитно-спокойные периоды не равны нулю. Определены смещения значений в зависимостях индексов ASY-H и ASY-D от уровня магнитной возмущенности. Анализируется поведение показателя степени симметрии кольцевого тока — отношения SYM-H/ASY-H — в течение года при разных уровнях возмущенности. Обнаружено, что это отношение растет по абсолютной величине по мере возрастания возмущенности и при больших возмущениях (при Dst < -50) превышает 1.

21.06-01.453 Морфология и диагностический потенциал ионосферного альвеновского резонатора. Потапов А.С., Помошкина Т.Н., Цэгмэд В. *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 39-56. Рус.

Слоистость ионосферы приводит к образованию различного рода резонаторов и волноводов. Одним из наиболее известных является ионосферный альвеновский резонатор (ИАР), излучение которого может наблюдаться как на земной поверхности, так и в космосе, в виде веерообразного набора дискретных спектральных полос (ДСП), частота которых плавно меняется в течение суток. Полосы формируются альвеновскими волнами, захваченными между нижней частью ионосферы и перегибом высотного профиля альвеновской скорости в области перехода от ионосферы к магнитосфере. ИАР является одним из важных механизмов ионосферно-магнитосферного взаимодействия. Частота излучения лежит в диапазоне от десятых долей герца до примерно 8 Гц — частоты первой гармоники шумановского резонанса. В обзоре подробно описана морфология явления. Подчеркивается, что излучение ИАР является перманентным явлением, вероятность наблюдения которого в первую очередь определяется чувствительностью аппаратуры и отсутствием помех естественного и искусственного происхождения. Ежедневная длительность наблюдения ДСП зависит от условий освещенности нижней ионосферы: полосы хорошо видны только тогда, когда слой D затенен. Систематизированы многочисленные теоретические модели ИАР. Все они основаны на анализе возбуждения и распространения альвеновских волн в неоднородной ионосферной плазме и различаются в основном источниками генерации колебаний и методами учета различных факторов, таких как взаимодействие волновых мод, дипольная геометрия магнитного поля, частотная дисперсия волн. Предсказываемая всеми моделями резонатора и многократно подтвержденная экспериментально тесная связь изменений частоты ДСП с вариациями критической частоты f_oF_2 служит основой поиска способов определения в реальном времени электронной концентрации ионосферы по измерениям частоты излучения ИАР. Возможна также оценка профиля ионного состава над ионосферой по данным о частотной структуре излучения ИАР. В обзоре уделяется внимание и другим результатам из широкого диапазона исследований ИАР. Упоминают-

ся результаты, выявившие влияние ориентации межпланетного магнитного поля на колебания резонатора, и факты воздействия на ИАР сейсмических возмущений.

21.06-01.454 Особенности эмиссий 630.0 и 557.7 нм в области главного ионосферного провала: 17 марта 2015 г. Золотухина Н.А., Полах Н.М., Михалев А.В., Белецкий А.Б., Подлесный С.В. *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 57-71. Рус.

Особенности эмиссий 557.7 и 630.0 нм, наблюдавшихся 17 марта 2015 г. в среднеширотной Геофизической обсерватории ИС-ЗФ СО РАН (с. Торы, 52° N, 103° E) на второй ступени главной фазы магнитной бури, сопоставлены с изменениями ионосферных параметров над этой станцией, выявленными по данным ионосферного зондирования и картам полного электронного содержания. Обнаружено, что интенсивности эмиссий 557.7 и 630.0 нм возросли после того, как обсерватория оказалась в долготном секторе развитого главного ионосферного провала (ГИП). Самые мощные синхронные увеличения интенсивностей двух эмиссий были связаны с активизациями западного электроджета во время усиления магнитосферной конвекции. Исследована зависимость соотношений между интенсивностями эмиссии 630.0 нм, зарегистрированными в направлениях на север, в зенит и на юг, от положения излучающих областей относительно дна ГИП. Показано, что SAR-дуга, первоначально появившись вблизи основания полярной стенки ГИП, приблизилась к зениту станции одновременно с появлением на ионограммах F3s-отражений, являющихся индикатором наличия поляризационного джета вблизи наблюдательного пункта.

21.06-01.455 Воздействие космической погоды на наземные технологические системы. Пилипенко В.А. *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 72-110. Рус.

Обзор посвящен различным аспектам проблемы воздействия космической погоды (КП) на наземные технологические системы. Особое внимание уделено нарушениям в работе линий электропередач (ЛЭП), железнодорожной автоматики и трубопроводов, вызванным геоиндуцированными токами (ГИТ) при возмущениях геомагнитного поля. В обзоре даны сведения об основных характеристиках вариабельности геомагнитного поля и быстрых вариациях поля при различных проявлениях КП. Излагаются основы моделирования возмущений геоэлектрического поля, основанные на алгоритмах магнитотеллурического зондирования. Рассмотрены подходы к оценке возможных экстремальных величин ГИТ. Собраны сведения об экономических эффектах КП и ГИТ. Рассказано о современном состоянии и перспективах прогноза КП, а также об оценке риска для технологических систем при воздействии ГИТ. Следует подчеркнуть, что хотя в космической геофизике активно разрабатываются различные модели предсказания интенсивности магнитных бурь и вызванных ими геомагнитных возмущений по наблюдениям межпланетной среды, эти модели не могут быть непосредственно применены для предсказания интенсивности и положения ГИТ, так как описание вариабельности геомагнитного поля требует разработки отдельных моделей. Выявление тонкой структуры быстрых геомагнитных вариаций во время бурь и суббурь и вызываемых ими всплесков ГИТ оказалось важным не только с практической точки зрения, но и для развития фундаментальных представлений о динамике околоземного космического пространства (ОКП). В отличие от узкоспециальных работ по геофизическим аспектам вариаций геомагнитного поля и инженерным аспектам воздействия ГИТ на работу промышленных трансформаторов обзор рассчитан на более широкую научно-техническую аудиторию, без потери научного уровня изложения. Иными словами, геофизическая часть написана для инженеров-энергетиков, а инженерная — для геофизиков. Несмотря на явную прикладную направленность рассматриваемых исследований, эти работы не сводятся к чисто инженерному применению результатов космической геофизики для расчета возможных рисков для технологических систем, а ставят и ряд принципиальных научных проблем.

21.06-01.456 Электромагнитное загрязнение околоземного космического пространства излучением ЛЭП. Пилипенко В.А., Федоров Е.Н., Мазур Н.Г., Климов С.И. *Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 111-119. Рус.

Обзор по результатам спутниковых наблюдений на низких орбитах излучения наземных линий электропередач (ЛЭП) на промышленной частоте 50–60 Гц. Особое внимание уделено наблюдениям на спутниках «Чибис-М» и DEMETER. Электрическая 40-см антенна аппарата часто регистрировала излучение на частоте 50–60 Гц (Power Line Emission, PLE) при пролетах над промышленно развитыми областями. Спектральная амплитуда зарегистрированного излучения варьировала в пределах 1–18 (мкВ/м)/Гц^{0.5}, что соответствует амплитуде электрического поля Е мкВ/м. Приведены результаты численных расчетов электромагнитного отклика атмосферы и ионосферы на приземный крупномасштабный излучатель на частоте 50 Гц. По результатам моделирования PLE с наблюдаемой на спутниках в ночной ионосфере интенсивностью на средних широтах ~1 мкВ/м может возбуждаться в ЛЭП несбалансированным током 8–10 А над земной корой проводимостью 10⁻³ См/м. На средних и низких широтах с наклонным геомагнитным полем максимальный отклик в верхней ионосфере на излучение ЛЭП должен наблюдаться смещенным к экватору, хотя это смещение меньше, чем снос при переносе возмущения вдоль геомагнитного поля. Максимальная амплитуда электромагнитного отклика ионосферы на излучение ЛЭП незначительно уменьшается для наклонного геомагнитного поля. К настоящему времени интенсивность PLE в околоземном пространстве оказывается выше, чем интенсивность природных излучений в этом диапазоне (шумановские резонансы и ионные свисты), и продолжает нарастать по мере технологического развития человечества.

21.06-01.457 Метод автоматической коррекции данных нейтронного монитора на осадки в виде снега в реальном времени. *Янчуковский В.Л., Кузьменко В.С. Солнечно-земная физика.* 2021. 7, № 3, с. 120-126. Рус.

Выполнено экспериментальное исследование влияния осадков в виде снега на результаты измерений интенсивности потока нейтронов у земной поверхности. Рассматриваются состояние снежного покрова и его плотность, обнаружена зависимость плотности от глубины снежного покрова. На основе полученных экспериментальных результатов делается оценка пробега поглощения нейтронов в снегу. Показано, что изменения снежного покрова на 10–12 см при его глубине 80 см вызывают вариации темпа счета монитора амплитудой 0.9%. При глубине снежного покрова 80 см происходит уменьшение темпа счета нейтронного монитора на ~8%. Наблюдаемые вариации следует отнести к метеорологическим эффектам космических лучей. Коэффициент поглощения нейтронов в снегу был также найден по корреляции между темпом счета нейтронного монитора и количеством снега над детектором. Предложена коррекция данных нейтронного монитора на осадки в виде снега в реальном времени. Для этого был реализован непрерывный мониторинг глубины снежного покрова. Мониторинг обеспечивается снегомером, выполненным с использованием модуля лазерного дальномера. Обсуждаются полученные результаты.

21.06-01.458 Ретроспективный анализ орбит сталкивающихся с Землей астероидов. *Холшевников К.С., Баллаев И.А., Соколов Л.Л., Эскин Б.Б. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия.* 2021. 8, № 3, с. 523-532. Рус.

Рассматриваются траектории реальных и модельных астероидов, ведущие к соударениям с Землей. На них выделяются предваряющие соударения тесные сближения с Землей. Наличие таких сближений позволяет заблаговременно обнаружить опасный объект, уточнить его орбиту, а также использовать эффект гравитационного маневра для экономного предотвращения соударения астероида с Землей. В статье рассмотрены различные семейства траекторий соударения: возможные траектории реальных опасных астероидов, а также модельные траектории, не привязанные к конкретному объекту. Показано, что в первом случае сближений, предваряющих соударение, заметно больше.

21.06-01.459 Фигуры Плутона и Харона и их относительное движение. *Холшевников К.В., Микрюков Д.В., Джазмат М.С. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1: Математика. Механика. Астрономия.* 2021. 8, № 3, с. 533-546. Рус.

Исследовано сравнительное влияние двух факторов на поступательное движение центров масс тел системы Плутон—Харон. Первый по важности фактор представляет собой несферичность формы и гравитационного поля тел системы; второй — притяжение Солнца. В качестве меры влияния обоих факторов выбрано отношение соответствующего возмущающего ускорения к основному, обусловленному ньютоновским притяжением Плутона и Харона друг к другу. Установлено, что для первого фактора эта мера имеет порядок 10⁻⁶, тогда как для второго она на два порядка меньше. Это объясняет, почему эффект Лидова—Кодзаи (несмотря на большой взаимный наклон в 96 плоскостей орбит спутника вокруг планеты и центра масс системы вокруг Солнца) не проявляется. Ситуация аналогична случаю со спутниками Урана. В результате система Плутон—Харон сохраняет устойчивость по меньшей мере на шкале времени в миллионы лет. Оценено также приливное воздействие Солнца на форму поверхности исследуемых тел. За меру воздействия принято отношение приливного потенциала от Солнца в точке на поверхности тела к гравитационному потенциалу тела в этой точке. Оно оказалось порядка 3·10⁻¹², что несопоставимо меньше влияния вращения и взаимного притяжения Плутона и Харона, мера которого имеет порядок ~10⁻². Фактически Солнце не влияет на фигуры тел системы.

21.06-01.460 Зодиакальный свет: старая проблема и новые гипотезы. *Бялко А.В. Природа.* 2020, № 6, с. 22-31. Рус.

21.06-01.461 Рифты Венеры и Земли: сходство и различие. *Гусева Е.Н., Иванов М.А. Природа.* 2020, № 10, с. 11-20. Рус.

21.06-01.462 Следствия столкновения, породившего Луну: траектории осколков. *Бялко А.В., Кузьмин М.И. Природа.* 2020, № 10, с. 31-39. Рус.

21.06-01.463 Следствия столкновения, породившего Луну: эволюция осколков на орбитах Солнечной системы. *Бялко А.В., Кузьмин М.И. Природа.* 2020, № 11, с. 56-60. Рус.

21.06-01.464 Поиски жизни на Марсе продолжают. *Природа.* 2021, № 1, с. 4. Рус.

21.06-01.465 Общая стратегия поисков жизни на Марсе и экспедиция в кратер Езеро. *Демидов Н.Э., Иванов М.А. Природа.* 2021, № 1, с. 5-18. Рус.

21.06-01.466 Мы — марсиане? *Базилевский А.Т. Природа.* 2021, № 1, с. 19-23. Рус.

21.06-01.467 "Луноходы-1 и -2" в истории лунных исследований. *Базилевский А.Т. Природа.* 2021, № 2, с. 3-14. Рус.

21.06-01.468 Золотой дождь астроблем. *Портнов А.М. Природа.* 2021, № 2, с. 15-24. Рус.

21.06-01.469 Аристарх и Архимед: "беспредельная" Земля и измеримый космос. *Кузьмин А.В. Природа.* 2021, № 2, с. 41-50. Рус.

21.06-01.470 Почему Земля вращается неравномерно и как это влияет на счет времени. *Зотов Л.В., Бицуар К. Природа.* 2021, № 3, с. 26-29. Рус.

21.06-01.471 Знаковые объекты горной гряды сундуки — древние обсерватории или творение природы? *Нестеренко А.Р. Природа.* 2021, № 3, с. 38-49. Рус.

21.06-01.472 Тела зодиакального света: их происхождение, эволюция, выпадение на Землю. *Бялко А.В. Природа.* 2021, № 5, с. 25-33. Рус.

21.06-01.473 Освоение Луны: Первый современный этап. *Кузаркин Н.Е., Раскач К.Ф., Александров П.А. Природа.* 2021, № 6, с. 13-18. Рус.

21.06-01.474 Орбитальная обсерватория "Спектр-РГ": карты неба в рентгеновских лучах. *Сюняев Р.А. Вестник Российской академии наук (РАН).* 2021. 91, № 11, с. 1048-1062. Рус.

13 июля 2019 г. с космодрома "Байконур" Роскосмос осуществил запуск ракетополетителя "Протон-М" с разгонным блоком ДМ-03 и орбитальной обсерваторией "Спектр-РГ" на борту. Об-

серватория построена в рамках Федеральной космической программы в Научно-производственном объединении им. С.А. Лавоочкина по заказу Российской академии наук и оснащена уникальными рентгеновскими зеркальными телескопами с оптикой косоугольного падения ART-XC им. М.Н. Павлинского (Институт космических исследований РАН, РФЯЦ Всероссийский НИИ экспериментальной физики, Россия) и eROSITA (Институт внеземной физики Общества им. Макса Планка (МФЕ), Германия). 21 октября 2019 г. обсерватория SRG вышла на рабочую галерею орбиту вокруг точки Лагранжа L2 системы «Солнце—Земля», на которой она должна находиться не менее 6,5 лет её работы. В декабре 2019 г. обсерватория приступила к выполнению своей главной научной задачи: построению карт всего неба в рентгеновских лучах с энергией от 0,3 до 8 кэВ (eROSITA) и от 4 до 30 кэВ (ART-XC). В июне 2020 г. было завершено первое сканирование и в результате получена лучшая в мире карта всего неба в рентгеновских лучах в диапазоне 0,3—2,3 кэВ. В декабре 2021 г. благодаря SRG планируется завершить четвёртый скан, а всего предполагается получить 8 таких последовательных сканов. Их итоговая сумма позволит открыть около 3 млн квазаров и до 100 тыс. массивных скоплений галактик по их рентгеновскому излучению. Наличие восьми карт неба позволит следить за переменностью во времени не только ядер активных галактик и квазаров, но и сотен тысяч звёзд нашей Галактики с коронами намного более яркими, чем у нашего Солнца, сотен аккрецирующих нейтронных звёзд, чёрных дыр и многих тысяч белых карликов в двойных звёздных системах. Планируется, что в декабре 2023 г. обсерватория перейдёт к детальным наблюдениям наиболее интересных космических объектов и полей, открытых с декабря 2019 г. Статья подготовлена на основе доклада, заслушанного на научной сессии Общего собрания членов РАН 21 апреля 2021 г.

21.06-01.475 Лунная пыль как фактор риска при исследованиях Луны. Зелёный Л.М., Захаров А.В., Кузнецов И.А., Шеговцова А.В. Вестник Российской академии наук (РАН). 2021. 91, № 11, с. 1063-1073. Рус.

В 2022 г. наша страна возвращается на Луну. Это непростая задача, связанная с различными трудностями и опасностями. Одной из них, пока наименее изученной и наиболее малоизвестной, посвящена настоящая статья, подготовленная с использованием материалов доклада «Исследование Луны и планет с помощью автоматических космических аппаратов — прелюдия к освоению Луны человеком» (он был заслушан на научной сессии Общего собрания членов РАН 21 апреля 2021 г.). Поверхность Луны, как и большинства безатмосферных тел, покрыта слоем пыли — мелкой фракцией реголита, измельчённого за сотни миллионов лет пребывания на её поверхности планеты. Под воздействием внешних факторов — как естественных, так и антропогенных — частицы пыли могут подниматься с поверхности, левитировать под воздействием электростатических сил, осаждаться на космических аппаратах. Опыт шести американских пилотируемых экспедиций «Аполлон» показал, что микрочастицы лунной пыли воздействовали на служебные системы посадочных аппаратов, оседали на скафандры астронавтов, попадали в системы рециркуляции воздуха герметичных посадочных модулей и, как следствие, влияли на состояние здоровья астронавтов. Учитывая размеры таких частиц, а это могут быть десятки и сотни нанометров, становится понятным, что токсичность лунной пыли — одна из самых серьёзных проблем при исследовании Луны с участием человека. Такой вывод был сделан по завершении программы «Аполлон». Авторами статьи обсуждается фактор лунной пыли при выполнении пилотируемых экспедиций на Луну, намечаются методы решения этой проблемы.

21.06-01.476 О собственном времени и массе Вселенной. Горобей Н.Н., Лурьяненко А.С., Гольцев А.В. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2021. 14, № 2, с. 118-129. Рус.

Для случая замкнутой Вселенной предложена модификация квантовой теории гравитации, в которой динамика сводится к движению по орбите групп общей ковариантности. Чтобы связать с наблюдениями параметры этого движения, а именно собственное время и пространственные сдвиги, в качестве дополнительных условий в квантовую теорию вводятся классиче-

ские уравнения движения указанных параметров. Эти уравнения отражают дифференциальные законы сохранения дополнительных динамических переменных, которые в представлении Арновитца, Дезера и Мизнера (АДМ) образуют пространственную плотность распределения и движения собственной массы Вселенной. Определены средние значения параметров собственного времени и пространственных сдвигов в истории эволюции Вселенной. Инвариантное определение собственной массы (спектра масс) сформулировано в операторном каноническом представлении теории гравитации, которое также вводится вместо представления АДМ.

21.06-01.477 О метрике ковариантной теории гравитации внутри тела в релятивистской однородной модели. Федосин С.Г. Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2021. 14, № 3, с. 168-184. Рус.

оказывается, что сумма тензоров энергии-импульса электромагнитного и гравитационного полей, поля ускорений и поля давления внутри неподвижного однородного сферического тела обращается в нуль в рамках релятивистской однородной модели. Это обстоятельство существенно упрощает решение уравнения для метрики в ковариантной теории гравитации (КТГ). Вычисляются компоненты метрического тензора внутри рассматриваемого тела, а затем на его поверхности они «сшиваются» с компонентами внешнего метрического тензора. Последняя процедура позволяет точно определить один из двух неизвестных коэффициентов в метрике за пределами тела. Сравнение метрики КТГ с метрикой Рейсснера—Нордстрёма в общей теории относительности наглядно показывает их различие, которое обусловлено несовпадением уравнений для метрики, а также различием формулировок космологической постоянной.

21.06-01.478 Математическое моделирование работы солнечных батарей космического аппарата. Сазонов Вас.В. Мат. моделир. 2021. 33, № 9, с. 87-107. Рус.

Рассматривается подход к математическому моделированию работы солнечных батарей орбитального космического аппарата, учитывающий возможное затенение поверхности солнечных батарей элементами конструкции внешней поверхности космического аппарата. В работе разбираются две модели функционирования солнечной батареи: первая — на основе решения диодного уравнения, вторая — учитывающая только площадь освещенной части солнечной батареи и угол падения солнечных лучей на ее плоскость. Отыскание освещенных участков солнечных батарей производится с использованием интерактивной геометрической модели внешней поверхности космического аппарата методом трассировки лучей. Проведено сравнение двух предложенных моделей, приводятся примеры, в которых каждая из моделей является предпочтительной. Сила тока, вырабатываемого солнечной батареей, вычисленная при помощи предложенной математической модели, сравнивается с данными, полученными при обработке телеметрической информации, полученной с борта Служебного модуля «Звезда» Международной космической станции.

21.06-01.479 Построение опорной траектории третьего порядка гладкости углового движения космического аппарата. Ткачев С.С., Шестопёров А.И. Мат. моделир. 2021. 33, № 10, с. 3-18. Рус.

Решается задача определения опорной траектории, проходящей через фиксированные значения кватерниона ориентации в заданные моменты времени. Рассмотрены случаи, когда помимо кватернионов в узлах определены значения угловых скоростей, а также — угловых скоростей, ускорений и его рынков одновременно. В основе предлагаемой методики построения опорной траектории между каждой парой узлов лежит идея представления углового движения как последовательности элементарных поворотов. Благодаря этому удовлетворяется условие нормировки, а также обеспечивается третья степень гладкости опорной траектории на всем интервале движения. Последнее условие обеспечивает гладкость управляющего воздействия. Предполагается, что такой подход позволит предотвратить возбуждение колебаний в нежестких элементах космического аппарата, что имеет большое значение в приложениях. Помимо опорной траектории в каждом из рассматрива-

емых случаев получены вспомогательные кватернионы и полиномы интерполяции, позволяющие траектории пройти через заданные точки, а также явные зависимости угловой скорости и ускорения, необходимые для построения управления как решения обратной задачи динамики.

21.06-01.480 Моделирование динамики низколетающего космического аппарата с прямоточным воздушным электрореактивным двигателем. *Овчинников М.Ю., Герман А.Д., Маштаков Я.В., Ролдугин Д.С. Мат. моделир.* 2021. 33, № 11, с. 18-38. Рус.

Проводится моделирование движения космического аппарата на сверхнизкой орбите высотой 175 км. Аппарат оснащен прямоточным воздушным электрореактивным двигателем, позволяющим компенсировать силу лобового сопротивления. Проведено моделирование управляемого углового движения аппарата с учетом основных возмущающих факторов, включая ошибки в компоновке аппарата и установке двигателя, а также влияние ветра в атмосфере. Получена оценка энергопотребления системы управления в разных режимах движения.

21.06-01.481 Восстановление траектории сближения космического корабля с орбитальной станцией при помощи математической модели. *Сазонов Вас.В. Мат. моделир.* 2021. 33, № 11, с. 77-94. Рус.

Рассматривается задача восстановления траектории движения космического корабля при стыковке к орбитальной станции в связанной системе координат орбитальной станции. Траектория движения космического корабля относительно орбитальной станции воссоздается путем восстановления при помощи параметрических математических моделей траектории движения космического корабля и орбитальной станции в гринвичской системе координат. Считается, что двигательная установка станции не работает, а движение корабля корректируется при помощи серии импульсов. В работе предложена оригинальная параметрическая математическая модель возмущенного движения космического корабля, в которой возмущающее ускорение каждого импульса задается кусочно-постоянной вектор-функцией, значения импульсов являются уточняемыми параметрами. Уточнение параметров математических моделей производится методом наименьших квадратов по данным автономных систем навигации, установленных на космическом корабле и орбитальной станции. Предложенный алгоритм и разработанное программное обеспечение использовалось для анализа траекторий сближения на семи стыковках космических кораблей «Союз» и «Прогресс» с Международной космической станцией. В работе приводятся восстановленные траектории и проведена оценка погрешности.

21.06-01.482 Разрушение галактик как причина появления звездных потоков. *Тутуков А.В., Верещагин С.В., Сизова М.Д. Астрон. жс.* 2021. 98, № 11, с. 883-900. Рус.

Совместный анализ данных мониторинга межпланетных мерцаний с солнечными и геофизическими данными показал, что на фазе спада 24 цикла солнечной активности доминирующая роль в геомагнитных возмущениях связана с коротирующими возмущениями в солнечном ветре. В 2018—2019 гг. при приближении к глубокому минимуму активности из 13 сильных магнитных бурь 12 вызвано приходом к Земле сжатой части областей взаимодействия разноскоростных потоков и только в одном событии, 11.05.2019 г., наблюдалось наложение вспышечных возмущений на коротирующее. Сравнение с результатами аналогичных данных 2016 и 2017 г. показывает существование коротирующих возмущений с временем жизни по крайней мере несколько оборотов Солнца. Подтвержден вывод о том, что за 3—4 сут до прихода сжатой части возмущения к Земле начинается ослабление вечерних и ночных мерцаний, которое может быть интерпретировано как существенное понижение уровня мелкомасштабной турбулентности плазмы в протяженной области перед фронтальной частью возмущения. Ослабление секундных мерцаний в вечернем секторе длительностью 2—3 сут может рассматриваться как предвестник приближения к Земле коротирующего возмущения. Как и в 2016—2017 гг., одновременно с магнитной бурей происходит усиление секундных мерцаний, которое наиболее четко фиксируется, если буря про-

исходит в вечерние или ночные часы.

21.06-01.483 Автомодельное возмущение аккреционного диска вокруг сливающихся черных дыр. *Жиликин А.Г., Висикало Д.В. Астрон. жс.* 2021. 98, № 11, с. 901-921. Рус.

Исследуется возможность электромагнитного отклика от слияния двух черных дыр, окруженных общим аккреционным диском. При слиянии черных дыр масса конечного объекта уменьшается за счет излучения гравитационных волн и, как следствие, диск испытывает возмущения, проявляющиеся в том числе и в формировании ударных волн достаточно высокой интенсивности. На основе результатов численного моделирования мы выполнили анализ автоматизированного решения, описывающего эволюцию возмущенного аккреционного диска с учетом эффекта вертикального расширения, приводящего к адиабатическому охлаждению вещества, нагретого ударными волнами. Разработанная методика позволяет корректно оценить нагрев вещества ударными волнами, и, соответственно, определить параметры возникающего электромагнитного излучения от диска, включая кривую блеска, спектр излучения, а также продолжительность вспышки.

21.06-01.484 Влияние неточности нормировки транзитных кривых блеска на результаты интерпретации. *Абубекеров М.К., Гостев Н.Ю. Астрон. жс.* 2021. 98, № 11, с. 922-928. Рус.

На примере транзитных кривых блеска Kepler-5b, Kepler-6b, Kepler-7b, Kepler-8b исследуется влияние неточности первичной нормировки наблюдаемых транзитных кривых блеска двойных систем на значения геометрических параметров и коэффициентов потемнения к краю. Показано, что вариация значения радиуса планеты и радиус звезды, вследствие неточности нормировки транзитной кривой блеска, может достигать 6—10%. Также неточность нормировки может оказывать значительное влияние на невязку χ^2 и, как следствие, на уровень значимости модели.

21.06-01.485 Показатель степени спектра неоднородностей межзвездной плазмы в направлении одиннадцати пульсаров. *Попов М.В., Смирнова Т.В. Астрон. жс.* 2021. 98, № 11, с. 929-934. Рус.

Проанализированы двумерные корреляционные функции от динамических спектров 11 пульсаров по архивным данным проекта «Радиоастрон». Временные сечения этих функций аппроксимировались экспоненциальными функциями с показателем α . Показано, что эта аппроксимация существенно лучше описывает форму корреляционной функции, чем гауссовская функция. Временная структурная функция $D(\Delta t)$ для малых значений запаздывания Δt является степенной с показателем α . Показатель степени спектра пространственных неоднородностей межзвездной плазмы n связан с показателем степени структурной функции соотношением $n = \alpha + 2$. Мы определили характерное время мерцаний и показатель n в направлении 11 пульсаров. В направлении трех пульсаров (B0329+54, B0823+26 и B1929+10) показатель степени спектра пространственных неоднородностей межзвездной плазмы оказался очень близким к значению для Колмогоровского спектра ($n = 3.67$). Для других пульсаров он варьируется от 3.18 до 3.86. Показано, что на измеряемые параметры мерцаний заметное влияние оказывает продолжительность сеанса наблюдений, выраженная ее отношением к характерному времени мерцаний. Если этот параметр меньше 10, тогда могут получиться смещенные оценки параметров: уменьшение значений показателя α и характерного времени мерцаний t_{scint} .

21.06-01.486 Сличение земной и лунной шкал времени по гигантским импульсам пульсаров. *Родин А.Е., Орешко В.В., Федорова В.А. Астрон. жс.* 2021. 98, № 11, с. 935-943. Рус.

Разработана модель задержки времени прихода импульса между станциями на Луне и Земле. Сличение лунной и земной шкал времени предлагается проводить посредством сравнения моментов прихода гигантских импульсов пульсаров. Разработан метод такого сравнения на основе кросс-корреляционного анализа принимаемых импульсов. На примере гигантских импульсов пульсара PSR 0531+21 показано, что погрешность сли-

чения шкал в случае высокого отношения “сигнал/помеха” достигает субдискретного уровня и, таким образом, определяется полосой приема регистрирующей аппаратуры.

21.06-01.487 Динамо за гелиопаузой: проверка по имеющимся данным КА Вояджер 2. *Беленькая Е.С.* *Астрон. ж.* 2021. 98, № 11, с. 944-948. Рус.

Предложен возможный механизм динамо за гелиопаузой для объяснения увеличения магнитного поля без изменения его направления, наблюдаемого космическими аппаратами Вояджер 1 и Вояджер 2 при пересечении границы гелиосферы. Перечислены необходимые условия работы динамо и показано, что они выполняются за гелиопаузой. Выполнение необходимых условий не гарантирует работу механизма динамо, но создает предпосылки для него. Статья основана на докладе, сделанном на конференции “Идеи С.Б. Пикельнера и С.А. Каплана и современная астрофизика” (ГАИШ МГУ, 8–12 февраля 2021 г.).

21.06-01.488 Геоэффektivные возмущения в солнечном ветре вблизи минимума солнечной активности по данным двухлетней серии наблюдений межпланетных мерцаний на радиотелескопе БСА ФИАН. *Чашей И.В., Лебедева Т.О., Тюльбашев С.А., Субаев И.А.* *Астрон. ж.* 2021. 98, № 11, с. 949-968. Рус.

Совместный анализ данных мониторинга межпланетных мерцаний с солнечными и геофизическими данными показал, что на фазе спада 24 цикла солнечной активности доминирующая роль в геомагнитных возмущениях связана с коротирующими возмущениями в солнечном ветре. В 2018–2019 гг. при приближении к глубокому минимуму активности из 13 сильных магнитных бурь 12 вызвано приходом к Земле сжатой части областей взаимодействия разноразностных потоков и только в одном событии, 11.05.2019 г., наблюдалось наложение вспыхивающих возмущений на коротирующее. Сравнение с результатами аналогичных данных 2016 и 2017 г. показывает существование коротирующих возмущений с временем жизни по крайней мере несколько оборотов Солнца. Подтвержден вывод о том, что за 3–4 сут до прихода сжатой части возмущения к Земле начинается ослабление вечерних и ночных мерцаний, которое может быть интерпретировано как существенное понижение уровня мелкомасштабной турбулентности плазмы в протяженной области перед фронтальной частью возмущения. Ослабление секундных мерцаний в вечернем секторе длительностью 2–3 сут может рассматриваться как предвестник приближения к Земле коротирующего возмущения. Как и в 2016–2017 гг., одновременно с магнитной бурей происходит усиление секундных мерцаний, которое наиболее четко фиксируется, если буря происходит в вечерние или ночные часы.

21.06-01.489 Гравитационное линзирование и тени кротовой норы. *Бугаев М.А., Новиков И.Д., Репин С.В., Шелковникова А.А.* *Астрон. ж.* 2021. 98, № 12, с. 971-979. Рус.

Рассмотрена задача об искривлении и рассеянии лучей света, проходящих снаружи входа в кротовую нору с нулевой гравитационной массой. Исследованы процесс захвата лучей кротовой норой и процесс образования тени при освещении ее стандартным экраном. Проведено сравнение этих процессов в случае движения лучей света в окрестности черной дыры Шварцшильда.

21.06-01.490 Источники шума путаницы в инфракрасном диапазоне длин волн. *Ермаш А.А., Пилипенко С.В., Михеева Е.В., Лукаш В.Н.* *Астрон. ж.* 2021. 98, № 12, с. 980-996. Рус.

В рамках созданной ранее авторами модели внегалактического фона исследованы факторы, влияющие на статистические свойства шума путаницы. Показано, что 1) учет крупномасштабной структуры Вселенной является важным фактором; 2) гравитационное линзирование не оказывает существенного влияния на величину шума путаницы; 3) минимальное красное смещение объектов, создающих шум путаницы, не зависит от длины волны и составляет $z_{min} \sim 0.5-0.6$, максимальное красное смещение при переходе от 70 до 2000 мкм плавно изменяется от ~ 4 до ~ 3 ; 4) на коротких длинах волн (≈ 70 мкм) в шум путаницы основной вклад вносят галактики со светимостями в диапазоне $(10^7-10^9)L_{\odot}$, на больших длинах волн

(650–2000 мкм) — с $L \geq 10^{10}L_{\odot}$; 5) рассмотрен вклад в шум путаницы объектов с различными цветовыми показателями; 6) переменность внегалактического фона, создаваемая активными галактическими ядрами, во временном масштабе от 1 дня до года является заметной на коротких длинах волн (70–350 мкм) и проявляется для плотностей потока ≤ 1 мкЯн.

21.06-01.491 Блазар 1156+295: переменность в 2005–2020 годах. *Гаген-Торн В.А., Морозова Д.А., Савченко С.С., Гаген-Торн Е.И., Миланова Ю.В., Шалляпина Л.В., Васильев А.А.* *Астрон. ж.* 2021. 98, № 12, с. 997-1009. Рус.

Приводятся и анализируются результаты мониторинговых наблюдений блазара 1156+295 в радио, оптическом и гамма-диапазонах в 2005–2020 гг. После длительного относительного спокойствия в конце 2017 г. произошло резкое увеличение активности во всех спектральных диапазонах от радио до гамма. Изучена связь между событиями, происходившими в разных диапазонах. Фотометрическая переменность в оптико-инфракрасной области объяснена присутствием переменного компонента с постоянным в среднем степенным относительным распределением энергии в спектре ($F_{\nu} \sim \nu^{-1.4}$). Выделены отдельные источники поляризованного излучения с относительно высокой степенью поляризации. Синхротронная природа компонентов, ответственных за активность, не вызывает сомнения. В ходе РСДБ наблюдений найдены 4 компонента, двигавшихся со сверхсветовыми скоростями; установлена связь между моментами их появления и событиями во всех диапазонах. Отмечено, что различие в величинах спектральных индексов для разных временных интервалов не позволяет объяснить переменность потока только геометрическими причинами (изменением Доплер-фактора из-за изменения угла между лучом зрения и направлением субсветового движения излучающего ансамбля электронов). Распределения электронов по энергиям в ансамблях для разных временных интервалов должны быть различными.

21.06-01.492 Поиск диспергированных импульсов на склонениях от $+56^{\circ}$ до $+87^{\circ}$. *Тюльбашев С.А., Китаева М.А., Логвиненко С.В., Тюльбашева Г.Э.* *Астрон. ж.* 2021. 98, № 12, с. 1010-1018. Рус.

Проведен обзор северной полусферы на частоте 111 МГц. Общее время накопления в каждой точке площадки обзора было не менее одного часа. При поиске диспергированных импульсов обнаружено 75 источников импульсного излучения. Более 80% этих источников являются известными пульсарами, наблюдаемыми в боковых лепестках антенны. У двенадцати известных пульсаров было детектировано от одного до нескольких сотен импульсов. У четырех пульсаров (J0157+6212, J1910+5655, J2337+6151, J2354+6155) узость самых сильных импульсов и отношение пиковых плотностей потока в сильнейших импульсах и в среднем профиле указывают, что они могут быть пульсарами с гигантскими импульсами. Обнаружен один новый вращающийся радиотранзиент (RRAT) J0812+8626 с мерой дисперсии $DM=40.25$ пк/см³.

21.06-01.493 Эрупции спокойных волокон и корональные джеты как причины депрессий микроволнового радиоизлучения. *Кузьменко И.В.* *Астрон. ж.* 2021. 98, № 12, с. 1019-1029. Рус.

По данным различных спектральных диапазонов проведено исследование нескольких солнечных событий с отрицательными всплесками разного типа в микроволновом диапазоне. Использовались данные интегрального потока радиоизлучения, полученные в Уссурийской обсерватории, обсерватории Нобеля, данные Сети солнечных радиотелескопов ВВС США (RSTN), спектрополяриметра ИСЗФ СО РАН. Анализ изображений проводился по данным космической обсерватории SDO/AIA в канале 304 Å и радиогелиографа Нобеля на частоте 17 ГГц. Показано, что причиной “изолированных” депрессий радиоизлучения являлось поглощение излучения радиосточников и/или обширных областей спокойного Солнца низкотемпературным веществом крупного эруптивного волокна в отсутствие всплесков, что подтвердило выводы, сделанные в предыдущих исследованиях. Выявлено, что причиной отрицательных всплесков типа “депрессия перед всплеском” было затенение

окололимбового радиоисточника веществом корональных джетов. В случае слабой вспышки, сопутствующей джету, отрицательный всплеск также мог иметь тип “изолированный”. Рассмотрен случай возникновения более глубокой депрессии радиоизлучения на высоких частотах по сравнению с низкими, о чем ранее не сообщалось. Показано, что отрицательные всплески являются не такими редкими явлениями, как считалось ранее.

21.06-01.494 Движение в центральном поле при возмущающем ускорении, изменяющемся по закону обратных квадратов, в системе отсчета, связанной с вектором скорости. *Санникова Т.Н. Астрон. ж.* 2021. 98, № 12, с. 1030-1042. Рус.

Рассмотрена задача, в которой точка нулевой массы движется под действием притяжения к центральному телу S и возмущающего ускорения P' , обратно пропорционального квадрату расстояния до S , так что $P'=P/r^2$, модуль P' мал по сравнению с основным ускорением, вызванным притяжением центрального тела, а компоненты вектора $P(T, N, W)$ — постоянны в системе отсчета с началом в S и осями, направленными по вектору скорости, нормали к нему в плоскости оскулирующей орбиты и бинормали. Для этой задачи ранее нами получены уравнения движения в средних элементах в первом приближении по малому параметру, роль которого играет отношение возмущающего ускорения к основному. Предложено решение осредненных по средней аномалии уравнений. Система решена для круговой орбиты и в случаях, когда хотя бы один из компонентов вектора возмущающего ускорения равен нулю. Для круговой орбиты и при $T=0$ решение представлено в виде зависимостей элементов орбиты от времени и содержит элементарные функции либо полные эллиптические интегралы. Если тангенциальный компонент возмущающего ускорения не равен нулю, время и элементы орбиты представлены функциями эксцентриситета. В этих случаях система проинтегрирована в квадратурах, приводящих к неэлементарным функциям, однако все они выражены рядами по степеням эксцентриситета e , сходящимися при $e < 1$. Таким образом, при $T \neq 0$ получено решение в виде рядов.

21.06-01.495 Программа для определения размеров планет и наклона орбит по данным наблюдений транзитов. *Бекесов Е.В., Белинский А.А., Попов С.В. Астрон. ж.* 2021. 98, № 12, с. 1043-1056. Рус.

Представлена программа для определения размера экзопланеты и наклона ее орбиты относительно картинной плоскости по транзитным кривым блеска. Программа протестирована по нескольким транзитам планеты TrES-3b, как архивным, так и полученным нами в Кавказской горной обсерватории. Также представлены результаты обработки наблюдений трех планет (HAT P 19b, KOI-196b, WASP-60b), проведенных в Кавказской горной обсерватории. Сравнение результатов обработки с ранее публиковавшимися данными показывает, что в тех случаях, когда нами были получены достаточно качественные кривые блеска (HAT-P-19b и WASP-60b) и были использованы фиксированные коэффициенты модели потемнения к краю (заданные в соответствии с теоретическими моделями), наши значения радиуса планеты и наклона орбиты в пределах ошибок совпадают с величинами, определенными другими авторами. Обсуждается зависимость результатов от параметров модели потемнения звездного диска к краю. В частности, продемонстрировано вырождение по параметрам потемнения и расстоянию планеты от звезды во время транзита.

21.06-01.496 Оптическая спектроскопия квазаров, открытых телескопом SRG/Ерозита, на 2.5-м телескопе Кавказской горной обсерватории ГАИШ МГУ. *Додин А.В., Шатский Н.И., Белинский А.А., Атапин К.Е., Бураж М.А., Желтоухов С.Г., Татарников А.М., Постнов К.А., Черепашук А.М., Бельведерский М.И., Борисов В.Д., Буренин Р.А., Гильфанов М.Р., Кривонос Р.А., Медведев П.С., Мещеряков А.В., Сазонов С.Ю., Сюняев Р.А., Хорунжеев Г.А. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 10, с. 683-696. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821100028 По наблюдениям с Транзитным двухлучевым спектрографом (TDS) на 2.5-м телескопе

КГО ГАИШ МГУ определены красные смещения для 15 новых квазаров, обнаруженных в рентгеновских лучах телескопом eROZITA космической обсерватории SRG в ходе трех первых обзоров всего неба. Красные смещения источников лежат в диапазоне 0.5—4.156. По ширине эмиссионной линии C IV 1549 Å и потоку в спектральном континууме на длине волны 1350 Å оценены массы центральных сверхмассивных черных дыр и болометрические светимости для 8 квазаров. Для этих объектов получены также оценки отношения рентгеновской светимости к эддингтоновскому пределу на уровне нескольких процентов. В то же время отношение болометрической светимости к эддингтоновской для них оказалось в довольно узком интервале 30—40%. Большое отношение L_{bol}/L_{Edd} указывает на активный рост массы центральных черных дыр в этих объектах.

21.06-01.497 Определение металличности зон hii применительно к проблеме оценки распространенности первичного 4He. *Куричин О.А., Кислицын П.А., Иванчик А.В. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 10, с. 697-708. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821100053.

21.06-01.498 Магнитные поля нейтронных звезд. *Бескин В.С., Загоруля Д.С., Истомин А.Ю. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 10, с. 709-717. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821100016.

21.06-01.499 Наблюдение кандидатов в затменные катаклизмические переменные на телескопе РТТ-150. *Габдеев М.М., Бикмаев И.Ф., Шиманский В.В., Жучков Р.Я., Иртуганов Э.Н. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 10, с. 718-727. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821100041.

21.06-01.500 Об одном из возможных механизмов образования спикул в спокойных областях на Солнце. *Дунина-Барковская О.В., Сомов В.В. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 10, с. 728-732. Рус.

DOI: 10.31857/S032001082110003X.

21.06-01.501 Орбитальное маневрирование в окрестностях коллинеарных точек либрации с использованием сил светового давления. *Шиманчук Д.В., Шмыров А.С., Шмыров В.А. Письма в Астрон. ж.* 2021. 47, № 10, с. 733-742. Рус.

DOI: 10.31857/S0320010821100077 Исследуется управляемое движение космического аппарата с солнечным парусом в межпланетном космическом пространстве вблизи окрестностей коллинеарных точек либрации L_1 и L_2 системы Солнце—Земля. Для описания орбитального движения используются уравнения круговой ограниченной задачи трех тел и их модификации. В работе представлена методика построения законов управления орбитальным движением и дана оценка области управляемости при решении задачи стабилизации или длительного удержания космического аппарата в окрестности L_1 и L_2 . Эта методика основана на решении задачи управления для линеаризованной модели уравнений орбитального движения и перенесения результатов на нелинейный случай. Такая методика построения управлений расширяет возможности как при решении задач стабилизации движения, так и при решении задач маневрирования в окрестности коллинеарной точки либрации. Для космического аппарата с солнечным парусом дана оценка области управляемости, представлены траектории возможного движения космического аппарата, которые обеспечиваются ориентацией солнечного паруса, при перелете из окрестности коллинеарной точки либрации. Именно в данных областях космического пространства, ввиду относительно небольшой величины силы гравитации, сила светового давления может иметь существенную эффективность. В качестве примера рассмотрена модель космического аппарата с солнечным парусом, парусность которого соответствует аппарату из реализованного проекта IKAROS и на порядок меньше парусности аппарата стандарта CubeSat из реализованного проекта LightSail-2.

21.06-01.502 Моделирование для наведения атмосферных черенковских телескопов в эксперименте TAIGA. *Журов Д.П. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование.* 2021. 14, № 4, с. 106-111. Рус.

Атмосферные черенковские телескопы TAIGA-IACT являются частью гибридного экспериментального комплекса TAIGA, расположенного в 50 км от озера Байкал в Тункинской долине, республика Бурятия. Для обеспечения работы телескопов требуется с высокой точностью определять направление телескопа и положение источников на камере. Система позиционирования телескопа состоит из шаговых двигателей, датчиков положения осей и CCD камеры, установленной на тарелке телескопа. Положение телескопа определяется с помощью датчиков положения осей и применения модели наведения, а также с помощью астрометрии звездного участка снимка CCD камеры. Положение источников на камере телескопа рассчитывается с помощью модели камеры и оцененному направлению телескопа. Угол поворота фокальной плоскости телескопа рассчитывается исходя из параметров модели наведения телескопа. В данной работе представлены разработанные модели и методы, используемые для наведения телескопов TAIGA-IACT.

21.06-01.503 Сверхпроводниковые приёмники для космических, аэростатных и наземных субтерагерцовых радиотелескопов. Балага Ю.Ю., Барышев А.М., Бубнов Г.М., Вдовин В.Ф., Вдовичев С.Н., Гунбина А.А., Дмитриев П.Н., Дубрович В.К., Зинченко И.И., Кошелев В.П., Лемзяков С.А., Нагирная Д.В., Рудаков К.И., Смирнов А.В., Тарасов М.А., Филиппенко Л.В., Хайкин В.Б., Худченко А.В., Чекушкин А.М., Эдельман В.С., Юсупов Р.А., Яковлев Г.В. Известия вузов. Радиофизика. 2020. 63, № 7, с. 533-556. Рус.

Дан обзор как собственных оригинальных результатов разработки сверхпроводниковых приёмников для субтерагерцовой астрономии, так и основных лидирующих тенденций мирового приборостроения в этой сфере. Проведённый анализ актуальных астрономических задач, исследований микроволнового астроклимата и задел в создании аппаратуры для субтерагерцовых радиоастрономических наблюдений обосновывают необходимость и возможность реализации в России крупного инфраструктурного проекта создания субтерагерцового инструмента, а также активизации реализации осуществляющихся в настоящее время проектов «Миллиметрон» и «Суффа». Представлены следующие результаты: 1) разработаны и апробированы сверхпроводниковые когерентные приёмники и широкополосные детекторы субтерагерцового диапазона частот для космических, аэростатных и наземных радиотелескопов; 2) созданы, изготовлены и исследованы сверхчувствительные приёмные системы на основе туннельных структур сверхпроводник-изолятор-сверхпроводник и сверхпроводник-изолятор-нормальный металл-изолятор-сверхпроводник (СИ-НИС); 3) реализован приёмник на основе СИНИС-детекторов с микроволновой системой считывания для таких структур; 4) разработаны методы изготовления высококачественных туннельных структур Nb/AlO_x/Nb и Nb/AlN/NbN на основе плёнок ниобия с плотностью тока до 30 кА/см². В диапазоне от 200 до 950 ГГц созданы и испытаны приёмники с шумовой температурой, которая лишь в 2–5 раз превышает квантовый предел.

21.06-01.504 Наблюдательные проявления тёмной материи. Сильченко О.К. Известия вузов. Радиофизика. 2020. 63, № 9-10, с. 715-729. Рус.

Обзор включает описание возникновения и дальнейшего развития понятия тёмной материи как элемента структуры Вселенной, необходимого по данным астрономических наблюдений. Это понятие возникло в контексте «скрытой массы», когда выяснилось, что излучающая материя не позволяет объяснить всё гравитационное взаимодействие между галактиками и внутри них, обуславливающее их внешние и внутренние движения. В принципе, скрытую массу в галактиках можно было объяснить и неизлучающими барьонами. Однако впоследствии выяснилось, что тёмная материя играет ключевую роль в космологических моделях Вселенной и в космологии она должна быть строго небарионной. Основная роль тёмной материи в развитии структуры Вселенной в том, что она доминирует в гравитации. Исходя из роли тёмной материи в космологических моделях Вселенной, астрофизики-теоретики смогли сформулировать её необходимые свойства: это должны быть частицы (тела), электрически нейтральные, динамически холодные, без

самовзаимодействия. Однако эксперименты пока не привели к открытию конкретных частиц, из которых могла бы состоять тёмная материя.

21.06-01.505 Поиск экзопланет: статус 2020. Сурдин В.Г. Известия вузов. Радиофизика. 2020. 63, № 9-10, с. 730-748. Рус.

Дан обзор истории, состояния к середине 2020 года и ближайших перспектив поиска и исследования планет за пределом Солнечной системы — экзопланет.

21.06-01.506 Рентгеновское излучение ультрахолодных звёзд. Зайцев В.В., Степанов А.В. Известия вузов. Радиофизика. 2021. 64, № 6, с. 419-429. Рус.

Исследованы две возможности происхождения стационарного рентгеновского излучения ультрахолодных звёзд на примере коричневых карликов TVLM 513-46546 и VB 10: излучение горячих корон и излучение системы магнитных петель, заполненных достаточно плотной горячей плазмой, нагретой за счёт диссипации текущих в них электрических токов. Определены параметры корон, петель а также количество петель, необходимые для реализации наблюдаемой меры эмиссии рентгеновского излучения. Для исследованных коричневых карликов генерация рентгеновского излучения системой горячих петель является энергетически более выгодным вариантом по сравнению со случаем горячей короны, что подтверждается также результатами анализа стационарного микроволнового излучения коричневого карлика TVLM 513-46546.

21.06-01.507 Испарение первичных чёрных дыр, барионная асимметрия и темная материя. Чаудхури А., Долгов А. Ж. эксперим. и теор. физ. 2021. 160, № 5, с. 643-660. Рус.

Достаточно легкие первичные чёрные дыры (ПЧД) могли испариться в очень ранней Вселенной и уменьшить существовавшую ранее барионную асимметрию и/или замороженную плотность стабильных реликтовых частиц. Эффект особенно силен в случае распада ПЧД, когда и если они доминировали в космологической плотности энергии. Величина уменьшения сначала рассчитывается аналитически при упрощённом предположении о дельта-образном спектре масс ПЧД и в приближении мгновенного распада. В реалистичном случае экспоненциального распада и для широкого спектра масс ПЧД расчеты выполнены численно. Возникающее в результате уменьшение асимптотической плотности суперсимметричных реликтов открывает для них более широкое окно по массам, чтобы стать жизнеспособными кандидатами на роль носителей темной материи.

21.06-01.508 Роль эллиптических интегралов в расчете гравитационного линзирования заряженной черной дыры Вейля, окруженной плазмой. The role of elliptic integrals in calculating the gravitational lensing of a charged Weyl black hole surrounded by plasma. Fathi M., Villanueva J.R. Вестн. КРАУНЦ. Сер. Физ.-мат. н. 2021. 36, № 3, с. 165-188. Англ.

We mainly aim at highlighting the importance of (hyper-)elliptic integrals in the study of gravitational effects caused by strongly gravitating systems. For this, we study the application of elliptic integrals in calculating the light deflection as it passes a plasmic medium, surrounding a charged Weyl black hole. To proceed with this, we consider two specific algebraic ansatzes for the plasmic refractive index, and we characterize the photon sphere for each of the cases. This will be used further to calculate the angular diameter of the corresponding black hole shadow. We show that the complexity of the refractive index expressions, can result in substantially different types of dependencies of the light behavior on the spacetime parameters.

21.06-01.509 Массивное гравитационное поле в плоском пространстве-времени. IV. Вековой дрейф атомных спектров и оптика сверхновых типа Ia. A massive gravitational field in flat spacetime. IV. The secular drift of atomic spectra and optics of type Ia supernovae. Serdyukova M.A., Serdyukov A.N. Пробл. физ., мат. и техн. 2021, № 3, с. 42-55. Англ.

Космологическое приложение предложенной ранее в рамках

СТО калибровочно-инвариантной теории массивного гравитационного поля предсказывает существование во Вселенной динамически однородного фонового гравитационного поля с единственной ненулевой временной компонентой, которое доминирует во Вселенной, управляя ее циклической эволюцией посредством сбалансированного обмена энергией с гравитирующей материей. Предшествующее и продолжающееся увеличение энергии покоя атомов прекрасно объясняет космологическое красное смещение их спектров без гипотетического разбегания далеких галактик. Превосходное численное согласие теории с наблюдательными оптическими данными от сверхновых типа Ia достигнуто в результате фитирования только двух параметров: возраста текущего цикла (24 млрд лет) и текущего значения скалярной фоновой напряженности, выраженную через постоянную Хаббла (68 км/с/Мпс). Предсказанное космологическое ускорение распада нестабильных ядер и частиц подтверждается растяжением кривых блеска сверхновых Ia с коэффициентом $(1+z)$, наблюдаемое послесвечение которых происходит за счет высокоэнергетических фотонов гамма-излучения, испускаемых в цепочке бета-распадов $^{56}\text{Ni} \rightarrow ^{56}\text{Co} \rightarrow ^{56}\text{Fe}$.

21.06-01.510 Экспериментальное исследование аэродинамических характеристик десантного модуля проекта "ЭкзоМарс" при гиперзвуковых скоростях. Бражко В.Н., Давлеткильдеев Р.А., Дроздов С.М., Федоров Д.С., Шеметов И.М. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 1, с. 48-53. Рус.

Приведены результаты экспериментального исследования стационарных аэродинамических характеристик и распределения теплового потока по поверхности десантного модуля ДМ-18 проекта «ЭкзоМарс» при гиперзвуковых скоростях обтекания.

21.06-01.511 Моделирование обтекания носовой части спускаемого космического аппарата в атмосфере Марса. Егоров И.В., Кунсик К., Новиков А.В. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 4, с. 20-33. Рус.

Исследуется гиперзвуковое обтекание носовой части спускаемого космического аппарата «ЭкзоМарс» в атмосфере Марса. Моделирование основано на численном решении полных уравнений Навье—Стокса для осесимметричного случая с учетом неравновесных химических процессов и равновесного возбуждения внутренних степеней свободы молекул для смеси газа, соответствующей атмосфере Марса. Для трех траекторных точек анализируется высокотемпературное течение газа в ударном слое около наветренной поверхности аппарата. Рассмотрены предельные случаи каталитической активности поверхности тела.

21.06-01.512 Поворот орбиты космического аппарата за счет погружения в плотные слои атмосферы. Бобылёв А.В., Ваганов А.В., Задонский С.М. Учен. зап. ЦАГИ. 2021. 52, № 4, с. 62-73. Рус.

Рассматривается возможность эффективного поворота плоскости орбиты за счет погружения в плотные слои атмосферы. Анализируется влияние высоты полета и аэродинамического качества космического летательного аппарата на интенсивность поворота орбиты с учетом ограничений на тепловую нагрузку.

21.06-01.513 О нормальных координатах в окрестности лагранжевых точек либрации ограниченной эллиптической задачи трех тел. Маркеев А.П. Вестник Удмуртского ун-та: Математика. Механика. Компьютерные науки. 2020. 30, № 4, с. 657-671. Рус.

Рассматривается плоская ограниченная эллиптическая задача трех тел. Изучаются движения, близкие к треугольным точкам либрации. Предполагается, что параметры задачи (эксцентриситет орбиты основных притягивающих тел и отношение их масс) лежат внутри области устойчивости в первом приближении точек либрации. Величина эксцентриситета считается малой. С точностью до второй степени эксцентриситета включительно получено аналитическое представление для линейного, периодического по истинной аномалии, канонического преобразования, приводящего функцию Гамильтона линеаризованных уравнений возмущенного движения в окрестности точек либрации к их вещественной нормальной форме. Эта форма соответствует двум, не связанным один с другим, гармоническим осцилляторам, частоты которых зависят от параметров задачи. При построении нормализующего канонического преобразования используется метод Депри—Хори теории возмущений гамильтоновых систем. Его реализация в конкретной рассматриваемой задаче существенно опирается на компьютерные системы аналитических вычислений.

21.06-01.514 Поиск лёгкой тёмной материи в эксперименте NA64. Гниненко С.Н., Красников Н.В., Матвеев В.А. УФН. 2021. 191, № 12, с. 1361-1386. Рус.

Рассматриваются основные модели лёгкой тёмной материи и эксперимент NA64, предназначенный для поиска гипотетических частиц, включая тёмную материю, в диапазоне масс $\leq O(1)$ ГэВ с использованием электронного и мюонного пучков на ускорителе SPS (Super Proton Synchrotron) в ЦЕРНе. Обсуждаются методы и результаты поисков NA64 и других ускорительных экспериментов, а также их дальнейшие перспективы.

21.06-01.515 Систематические погрешности имитаторов звёздного неба, использующих растровые экраны. Жуков А.О., Гладышев А.И., Тучин М.С., Захаров А.И., Крусанова Н.Л., Миронов А.В., Мошкалева В.Г., Прохоров М.Е., Стекольников О.Ю., Кузнецова И.В. Автоматрия. 2021. 57, № 4, с. 106-117. Рус.

Для лабораторных испытаний цикла функционирования звёздного датчика ориентации предназначены динамические стенды, в состав которых входят имитаторы звёздного неба. В последнее время для получения изображения звёздного неба чаще всего используются растровые экраны (компьютерные или телевизионные). Однако изображения звёзд на таких экранах имеют существенные отличия от реального звёздного неба, что необходимо учитывать при проведении динамических испытаний звёздных датчиков и обработке их результатов.

См. также **21.06-01.16, 21.06-01.17, 21.06-01.18, 21.06-01.19, 21.06-01.21, 21.06-01.23, 21.06-01.24, 21.06-01.25, 21.06-01.27, 21.06-01.175, 21.06-01.265, 21.06-01.266, 21.06-01.268**

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- A**
- Abdurakhimov R.R. 21.06-01.341
 Abramenkov E.A. 21.06-01.16
 Ahn K. 21.06-01.323
 Akhmetov V. 21.06-01.390
 Akhmetov V.S. 21.06-01.333,
 21.06-01.350, 21.06-01.389,
 21.06-01.391
 Ala V. 21.06-01.43
 Andreev M.V. 21.06-01.332
 Andrievsky S.M. 21.06-01.357
 Andronov I.L. 21.06-01.313
 Andruk V. 21.06-01.335,
 21.06-01.339, 21.06-01.390,
 21.06-01.392, 21.06-01.397
 Andruk V.M. 21.06-01.333,
 21.06-01.341, 21.06-01.342,
 21.06-01.344, 21.06-01.345,
 21.06-01.389, 21.06-01.391,
 21.06-01.394, 21.06-01.395,
 21.06-01.396
 Antonov S.I. 21.06-01.11K
- B**
- Babyk Iu.V. 21.06-01.343
 Balakin A.B. 21.06-01.440
 Baranov A.M. 21.06-01.441
 Baranovsky E.A. 21.06-01.375
 Basak N. 21.06-01.360
 Beckman I.N. 21.06-01.299
 Bezrukovs V. 21.06-01.327,
 21.06-01.381
 Bondarchuk L.E. 21.06-01.338
 Briukhovetskiy O.V. 21.06-01.336
 Bronza E.S. 21.06-01.297,
 21.06-01.352
 Bronza S.D. 21.06-01.293,
 21.06-01.351
 Buckley D.A.H. 21.06-01.362
 Buntseva I.M. 21.06-01.299
 Burmasheva N.V. 21.06-01.50
 Bushuev F. 21.06-01.326,
 21.06-01.327, 21.06-01.381,
 21.06-01.384
- C**
- Carraro G. 21.06-01.312
 Chernin A.D. 21.06-01.294
 Chernogor L.F. 21.06-01.275
 Chervon S.V. 21.06-01.430,
 21.06-01.437, 21.06-01.444
 Chornogor S.N. 21.06-01.372
- D**
- Danford S. 21.06-01.315, 21.06-01.365
 Davruqov N.H. 21.06-01.328,
 21.06-01.382
 Demirbilek U. 21.06-01.43
 Derevyagin V.G. 21.06-01.318
 Dikov E.N. 21.06-01.336
 Dmytriiev M.S. 21.06-01.347
 Dobrycheva D.V. 21.06-01.350,
 21.06-01.356
 Doikov D.N. 21.06-01.305,
 21.06-01.358
 Dragomiretsky V. 21.06-01.329
- E**
- Eglite V. 21.06-01.335
 Eglitis I. 21.06-01.306, 21.06-01.334,
 21.06-01.335, 21.06-01.379,
 21.06-01.380, 21.06-01.389,
 21.06-01.390, 21.06-01.391,
 21.06-01.392, 21.06-01.396
 Ehgamberdiev Sh.A. 21.06-01.391
 Elyiv A.A. 21.06-01.356
 Emelyanov N.V. 21.06-01.294
- F**
- Fabris J.C. 21.06-01.430
 Fathi M. 21.06-01.508
 Fedorov P.N. 21.06-01.317
 Fomin I.V. 21.06-01.430,
 21.06-01.434, 21.06-01.437
- G**
- Galanin V.V. 21.06-01.368
 Galanin V.V. 21.06-01.318,
 21.06-01.320
 Garmash K.P. 21.06-01.275
 Gaskell C.M. 21.06-01.311
 Gladush V.D. 21.06-01.295,
 21.06-01.296, 21.06-01.347,
 21.06-01.348
 Golubovskaya T. 21.06-01.329
 Gorbanev Yu.M. 21.06-01.328,
 21.06-01.382, 21.06-01.385
 Gorbaneva T. 21.06-01.312
 Gorbaneva T.I. 21.06-01.307,
 21.06-01.308
 Gorbovskey E.S. 21.06-01.362
- H**
- Hajdukova M. 21.06-01.290
 Holovko M.G. 21.06-01.296
- I**
- Isaeva E.A. 21.06-01.319,
 21.06-01.322, 21.06-01.367,
 21.06-01.373, 21.06-01.374
 Ivanov G.G. 21.06-01.444
- J**
- Janches D. 21.06-01.290
 Jenkovszky L. 21.06-01.349
 Jenniskens P. 21.06-01.290
 Jopek T.J. 21.06-01.290
- K**
- Kaliuzhnyi M. 21.06-01.326,
 21.06-01.327, 21.06-01.381,
 21.06-01.384
 Karachentsev I.D. 21.06-01.294
 Kashuba V. 21.06-01.383
 Kashuba V.I. 21.06-01.357
 Katkov I.Yu. 21.06-01.366
 Kazantseva L.V. 21.06-01.395,
 21.06-01.396
 Keir L.E. 21.06-01.314, 21.06-01.364
 Khalaley M. 21.06-01.326,
 21.06-01.384
 Khapaeva A.V. 21.06-01.444
 Khischenko K.V. 21.06-01.11K
- Khlamov S.V. 21.06-01.333,
 21.06-01.336**
- Khokhlov S.A. 21.06-01.359
 Khramtsov V. 21.06-01.350
 Khrapaty S.V. 21.06-01.357
 Kniazev A. 21.06-01.309
 Kniazev A.Yu. 21.06-01.316,
 21.06-01.366
 Knyazev A.Y. 21.06-01.359
 Kokhirova G. 21.06-01.339,
 21.06-01.391
 Kokhirova G.I. 21.06-01.290,
 21.06-01.344
 Kokumbaeva R.I. 21.06-01.359
 Kolomiyets S.V. 21.06-01.387
 Kondrashova N.N. 21.06-01.372
 Konovalenko O.O. 21.06-01.16,
 21.06-01.274
 Konovalova N.A. 21.06-01.328,
 21.06-01.382
 Korobeinikova E. 21.06-01.383
 Korobeynikova E. 21.06-01.329
 Korotin S.A. 21.06-01.357
 Korshunov V. 21.06-01.353
 Koshkin N. 21.06-01.329
 Koshkin N.I. 21.06-01.383
 Kotvytska L.A. 21.06-01.293
 Kotvytskiy A.T. 21.06-01.297,
 21.06-01.351
 Kovalchuk O. 21.06-01.340
 Kovalchuk O.M. 21.06-01.341,
 21.06-01.394
 Kovtyukh V. 21.06-01.309,
 21.06-01.360
 Kovtyukh V.V. 21.06-01.315,
 21.06-01.316, 21.06-01.357,
 21.06-01.364, 21.06-01.365,
 21.06-01.366
 Kovylianska O. 21.06-01.335
 Kravetz R.O. 21.06-01.318
 Kriuchkovskiy V. 21.06-01.384
 Kryuchkovskiy V. 21.06-01.326
 Kulichenko M. 21.06-01.326,
 21.06-01.384
 Kulichenko M.O. 21.06-01.330,
 21.06-01.385
 Kuratova A.K. 21.06-01.359
 Kusakin A.V. 21.06-01.359
 Kyrychenko I.Yu. 21.06-01.387
- L**
- Lavrenchenko G.K. 21.06-01.299,
 21.06-01.346
 Leus S.G. 21.06-01.275
 Lipunov V.M. 21.06-01.362
 Lozitska N.I. 21.06-01.323,
 21.06-01.375
 Lozitsky V.G. 21.06-01.323,
 21.06-01.375
 Luo Y. 21.06-01.275
 Lytvynenko O.A. 21.06-01.318,
 21.06-01.320, 21.06-01.368,
 21.06-01.369
- M**
- Maharaj S.D. 21.06-01.437
 Maigurova N.V. 21.06-01.337,
 21.06-01.338, 21.06-01.393
 Malynovskiy Y. 21.06-01.381
 Malynovskiy Ye. 21.06-01.327
 Mamedov K.R. 21.06-01.43

Manchenko L.D. **21.06-01.386**
Manset N. **21.06-01.359**
Marsakova V.I. **21.06-01.313**
Matevosyan A.A. **21.06-01.78**
Matevosyan A.G. **21.06-01.78**
Matvienko K.I. **21.06-01.352**
Mazhaev O. **21.06-01.327**
Melikyants S. **21.06-01.329,**
21.06-01.383
Melnik V.N. **21.06-01.324**
Melnichuk S. **21.06-01.381**
Melyk O.V. **21.06-01.356**
Metlova N.V. **21.06-01.311**
Miasoied A.I. **21.06-01.16**
Miroshnichenko A.S. **21.06-01.315,**
21.06-01.316, 21.06-01.359,
21.06-01.365, 21.06-01.366
Mishenina T. **21.06-01.309,**
21.06-01.312, 21.06-01.360
Mishenina T.V. **21.06-01.307,**
21.06-01.308, 21.06-01.316,
21.06-01.366
Morozov A.N. **21.06-01.434**
Moskalenko S. **21.06-01.327**
Mukha D.V. **21.06-01.16, 21.06-01.274**
Mullo-Abdolv A. **21.06-01.339,**
21.06-01.391
Mullo-Abdolv A.Sh. **21.06-01.344,**
21.06-01.396
Muminov M. **21.06-01.397**
Muminov M. **21.06-01.342**
Muminov M.M. **21.06-01.341,**
21.06-01.345, 21.06-01.391

N

Nazarenko V. **21.06-01.310**
Nazarenko V.V. **21.06-01.361**
Nedovesov S.S. **21.06-01.299,**
21.06-01.346
Neofitnyi M.V. **21.06-01.387**

O

Oknyansky V.L. **21.06-01.311**
Oknyansky V.L. **21.06-01.362**
Orlov V.V. **21.06-01.320, 21.06-01.368**
Orlyuk M.I. **21.06-01.325**
Osmayev O.A. **21.06-01.352**

P

Pakuliak L. **21.06-01.390**
Pakuliak L.K. **21.06-01.344,**
21.06-01.345, 21.06-01.391,
21.06-01.396
Panishko S.K. **21.06-01.369**
Panko E. **21.06-01.298, 21.06-01.353**
Pankov A.A. **21.06-01.354**
Pasechnik M.N. **21.06-01.376**
Pomazan A.V. **21.06-01.337**
Prosviryakov E.Yu. **21.06-01.50**
Protsyuk **21.06-01.396**
Protsyuk S. **21.06-01.335**
Protsyuk Yu. **21.06-01.335,**
21.06-01.339, 21.06-01.340,
21.06-01.390, 21.06-01.392
Protsyuk Yu.I. **21.06-01.315,**
21.06-01.316, 21.06-01.333,
21.06-01.338, 21.06-01.341,
21.06-01.342, 21.06-01.389,
21.06-01.391, 21.06-01.393,
21.06-01.394
Pryimachov Yu.D. **21.06-01.387**
Pulatova N.G. **21.06-01.301**

Pustovoit V.I. **21.06-01.434**
Pyatnytsky M.Yu. **21.06-01.363**

R

Raj A. **21.06-01.359**
Relke H. **21.06-01.339, 21.06-01.342,**
21.06-01.389, 21.06-01.391,
21.06-01.396
Relke H.V. **21.06-01.344**
Reva I.V. **21.06-01.359**
Reznichenko O. **21.06-01.327,**
21.06-01.381
Romanyuk Ya. **21.06-01.383**
Romenets A.O. **21.06-01.325**
Rudawska R. **21.06-01.290**
Ryabov A. **21.06-01.329**
Ryabov M.I. **21.06-01.325,**
21.06-01.377
Ryazantsev G.B. **21.06-01.299,**
21.06-01.346

S

Savanevych V.E. **21.06-01.336**
Saveljev E.V. **21.06-01.441**
Serdyukov A.N. **21.06-01.509**
Serdyukova M.A. **21.06-01.509**
Serenkova I.A. **21.06-01.354**
Sergijenko O. **21.06-01.300**
Shablenco V.Yu. **21.06-01.297,**
21.06-01.351
Shakun L. **21.06-01.327, 21.06-01.329,**
21.06-01.383
Shakun L.S. **21.06-01.313,**
21.06-01.331
Shatokhina S. **21.06-01.395**
Shatokhina S. **21.06-01.390,**
21.06-01.392
Shatokhina S.V. **21.06-01.342,**
21.06-01.391, 21.06-01.396
Shenavrin V.I. **21.06-01.311**
Shepelev V.A. **21.06-01.324**
Shereta A. **21.06-01.357**
Shereta E. **21.06-01.312**
Shevchenko S.Yu. **21.06-01.302,**
21.06-01.355
Shlensky O.F. **21.06-01.11K**
Shostko I.S. **21.06-01.387**
Shpenik A. **21.06-01.349**
Shukhratov Sh.Sh. **21.06-01.341**
Shulga A.V. **21.06-01.315,**
21.06-01.330, 21.06-01.337
Shulga O. **21.06-01.326, 21.06-01.327,**
21.06-01.381, 21.06-01.384,
21.06-01.385
Shuvalova Yu S. **21.06-01.352**
Sidorchuk K.M. **21.06-01.16**
Sidorchuk M.A. **21.06-01.16,**
21.06-01.371
Sidorenkov N.S. **21.06-01.378**
Sirginava A. **21.06-01.298**
Sobitnyak L.I. **21.06-01.325,**
21.06-01.377
Sokolova A. **21.06-01.306**
Steklov A.F. **21.06-01.388**
Stepaniuk A. **21.06-01.298**
Stepkin S.V. **21.06-01.274**
Strakhova S. **21.06-01.329,**
21.06-01.383
Sukharev A.L. **21.06-01.325**
Sumaruk Yu.P. **21.06-01.325**
Svintozelskyi V. **21.06-01.349**
Svyrydova Ju.V. **21.06-01.293**

T

Tarashchuk V.P. **21.06-01.375**
Terpan S. **21.06-01.329, 21.06-01.383**
Tevjashev A.D. **21.06-01.387**
Tkachuk V.V. **21.06-01.302**
Tsyvk N.O. **21.06-01.321,**
21.06-01.370
Tsygankov S.S. **21.06-01.362**
Tsyplenkova O.N. **21.06-01.122**
Tugay A. **21.06-01.302**
Tugay A.V. **21.06-01.301,**
21.06-01.303, 21.06-01.355
Tukbaev Z.Z. **21.06-01.440**
Turner D.G. **21.06-01.315,**
21.06-01.316, 21.06-01.366
Tvardovskiy D.E. **21.06-01.313**
Tyurina N.V. **21.06-01.362**

U

Udovichenko S.N. **21.06-01.314**
Ulyanov O.M. **21.06-01.16**
Usenko I. **21.06-01.309**
Usenko I.A. **21.06-01.315,**
21.06-01.316, 21.06-01.359,
21.06-01.365, 21.06-01.366

V

van Wyk F. **21.06-01.362**
Vashchishin R.V. **21.06-01.324**
Vasilenko N.M. **21.06-01.16,**
21.06-01.371
Vasylenko M.Yu. **21.06-01.350,**
21.06-01.356
Vasylkivskiy Y.V. **21.06-01.274**
Vavilova I.B. **21.06-01.336,**
21.06-01.343, 21.06-01.356
Vdovichenko S. **21.06-01.364**
Velichko A.B. **21.06-01.317**
Velichko S.F. **21.06-01.332**
Vidmachenko A.P. **21.06-01.388**
Villanueva J.R. **21.06-01.508**
Voitsekhovskiy V.V. **21.06-01.302,**
21.06-01.303

W

Wang H. **21.06-01.323**
Wilson Ian **21.06-01.378**
Winkler H. **21.06-01.362**

Y

Yemelianov S. **21.06-01.353**
Yizhakevych O. **21.06-01.390,**
21.06-01.392
Yizhakevych O.M. **21.06-01.344,**
21.06-01.345, 21.06-01.391,
21.06-01.396
Yu.I. **21.06-01.396**
Yuldoshev Q. **21.06-01.339,**
21.06-01.342, 21.06-01.345,
21.06-01.391, 21.06-01.397
Yuldoshev Q.H. **21.06-01.341**
Yuldoshev Q.X. **21.06-01.396**
Yurchyshyn V.B. **21.06-01.323**
Yushchenko A.V. **21.06-01.358**

Z

Zabolotnii V. **21.06-01.353**
Zakhzhay V.A. **21.06-01.304**
Zamyshlyayeva A.A. **21.06-01.122**

Zhang Z. 21.06-01.381
 Zharikov S.V. 21.06-01.359
 Zhdanko Y.H. 21.06-01.275
 Zhoga A.D. 21.06-01.301

А

Аббакумов К.Е. 21.06-01.36
 Абдуллин И.Г. 21.06-01.401
 Абдуллоев С.Х. 21.06-01.279,
 21.06-01.280
 Абубекеров М.К. 21.06-01.484
 Агафонов А.А. 21.06-01.91
 Агишева У.О. 21.06-01.114
 Агульник А.Б. 21.06-01.178
 Адамова Т.П. 21.06-01.113
 Азаров И.С. 21.06-01.7К
 Акманова Г.Р. 21.06-01.232
 Акопов А.С. 21.06-01.258
 Аксенов С.П. 21.06-01.144
 Александров П.А. 21.06-01.473
 Алексеева С.М. 21.06-01.46
 Алигасанова К.Л. 21.06-01.41
 Алмазов В.В. 21.06-01.221
 Алымов М.И. 21.06-01.232
 Аманбаев Т.Р. 21.06-01.256
 Амбросимов А.К. 21.06-01.148
 Аминова А.В. 21.06-01.402,
 21.06-01.403, 21.06-01.414,
 21.06-01.420, 21.06-01.426
 Ан В.А. 21.06-01.196
 Андреев М.Я. 21.06-01.170
 Аносов М.С. 21.06-01.77
 Антонов А.М. 21.06-01.123
 Антонов С.Н. 21.06-01.140
 Анчугов А.В. 21.06-01.72
 Арендаренко М.С. 21.06-01.49
 Аристов В.В. 21.06-01.439
 Артёмова Д.Г. 21.06-01.270
 Аршакян А.А. 21.06-01.137
 Асеев А.Л. 21.06-01.37
 Асеев А.Ю. 21.06-01.58
 Аслан О. 21.06-01.427
 Атапин К.Е. 21.06-01.496
 Аунг Зо 21.06-01.45
 Афанасьев Н.А. 21.06-01.253

Б

Бабаджанов П.Б. 21.06-01.283,
 21.06-01.284
 Бабурова О.В. 21.06-01.431
 Бажанов А.И. 21.06-01.116
 Баженов В.Г. 21.06-01.68
 Базилевский А.Т. 21.06-01.467
 Базилевский А.Т. 21.06-01.466
 Базулин Е.Г. 21.06-01.73, 21.06-01.74
 Балега Ю.Ю. 21.06-01.503
 Баляев И.А. 21.06-01.287,
 21.06-01.458
 Баранов А.М. 21.06-01.421
 Барышев А.М. 21.06-01.503
 Батурин Ю.М. 21.06-01.24
 Батыров А.С. 21.06-01.404
 Бекесов Е.В. 21.06-01.495
 Бекларян А.Л. 21.06-01.258
 Бекларян Л.А. 21.06-01.258
 Беленькая Е.С. 21.06-01.487
 Белецкий А.Б. 21.06-01.454
 Белецкий Е.Н. 21.06-01.225
 Белинский А.А. 21.06-01.495,
 21.06-01.496
 Белинский А.В. 21.06-01.432
 Белов Н.Н. 21.06-01.110
 Белоновский А.В. 21.06-01.141

Белотелов В.И. 21.06-01.132
 Бельведерский М.И. 21.06-01.496
 Беляев Д.О. 21.06-01.205
 Беляев П.Е. 21.06-01.102
 Березин В.А. 21.06-01.408,
 21.06-01.409, 21.06-01.413
 Берестовицкий Э.Г. 21.06-01.203,
 21.06-01.204
 Бержанский В.Н. 21.06-01.132
 Берченко Г.Н. 21.06-01.245
 Бескин В.С. 21.06-01.498
 Беспорточный А.И. 21.06-01.192
 Бестугин А.Р. 21.06-01.128
 Бизуар К. 21.06-01.470
 Биккулова Л.В. 21.06-01.232
 Биккулова Н.Н. 21.06-01.232
 Бикмаев И.Ф. 21.06-01.499
 Бикмурзин Р.В. 21.06-01.438
 Бисенгалиев Р.А. 21.06-01.404
 Бисикало Д.В. 21.06-01.483
 Блинов Д.А. 21.06-01.172
 Бобылёв А.В. 21.06-01.512
 Богданов А.Н. 21.06-01.40
 Боголюбов Б.Н. 21.06-01.125
 Богомолов А.В. 21.06-01.173
 Богородский А.В. 21.06-01.167
 Богуский И.О. 21.06-01.55
 Боднар Т.А. 21.06-01.154
 Бойков Д.С. 21.06-01.263
 Болотнова Р.Х. 21.06-01.103
 Болсуновский А.Л. 21.06-01.186
 Бондарев А.Е. 21.06-01.257
 Бондаренко А.В. 21.06-01.257
 Бондур В.Г. 21.06-01.399
 Бордонский Г.С. 21.06-01.398
 Борзунов С.В. 21.06-01.248
 Борисов В.Д. 21.06-01.496
 Боровой В.Я. 21.06-01.176
 Босняков С.М. 21.06-01.188
 Ботвина Л.Р. 21.06-01.224,
 21.06-01.225
 Боченков А.С. 21.06-01.143
 Бочкарёв С.А. 21.06-01.80
 Брагин М.Д. 21.06-01.66
 Бражко В.Н. 21.06-01.510
 Брандышев П.Е. 21.06-01.406
 Бриккель Д.М. 21.06-01.98
 Бритенков А.К. 21.06-01.125
 Бубенчиков М.А. 21.06-01.84
 Бублик С.А. 21.06-01.249
 Бубнов Г.М. 21.06-01.503
 Бубнов Е.Я. 21.06-01.59
 Бугаев М.А. 21.06-01.489
 Буданов В.М. 21.06-01.271
 Бузуверя Н.П. 21.06-01.186
 Бузюркин А.Е. 21.06-01.107
 Булычев Н.А. 21.06-01.119,
 21.06-01.120, 21.06-01.121
 Бункин А.Ф. 21.06-01.233
 Буньков В.Е. 21.06-01.110
 Бурдуковская В.Г. 21.06-01.152
 Буренин Р.А. 21.06-01.496
 Буриев А.М. 21.06-01.281,
 21.06-01.285
 Бурков С.И. 21.06-01.130
 Бурлак М.А. 21.06-01.496
 Бурмистров А.Н. 21.06-01.192
 Бурова А.Ю. 21.06-01.180,
 21.06-01.201
 Быков В.Г. 21.06-01.30
 Быстров Н.Д. 21.06-01.69
 Бычков Е.В. 21.06-01.150,
 21.06-01.173
 Бялко А.В. 21.06-01.460,
 21.06-01.462, 21.06-01.463,

21.06-01.472

В

Вавилов Д.С. 21.06-01.133
 Вавилов С.Н. 21.06-01.193
 Ваганов А.В. 21.06-01.512
 Вальдман Н.А. 21.06-01.162
 Вараксин А.Ю. 21.06-01.193
 Васильев А.А. 21.06-01.491
 Васильев Н.В. 21.06-01.193
 Ватульян А.О. 21.06-01.71
 Вашкевич М.И. 21.06-01.7К
 Вдовин В.Ф. 21.06-01.503
 Вдовичев С.Н. 21.06-01.503
 Ведешин Л.А. 21.06-01.17,
 21.06-01.18, 21.06-01.400
 Велнев Е.И. 21.06-01.242
 Великих А.С. 21.06-01.262
 Верещагин С.В. 21.06-01.482
 Веселов Д.В. 21.06-01.197
 Ветошко П.М. 21.06-01.132
 Вин К.К. 21.06-01.42
 Владимиров Ю.С. 21.06-01.19,
 21.06-01.428
 Волжин А.С. 21.06-01.445,
 21.06-01.449
 Волков К.Н. 21.06-01.112
 Вологдин Э.И. 21.06-01.6К,
 21.06-01.8К
 Волчков Д.Н. 21.06-01.205
 Волчков Ю.М. 21.06-01.55
 Воронин Ф.Н. 21.06-01.261
 Вороничев П.П. 21.06-01.229
 Воронков С.С. 21.06-01.60
 Воронова О.С. 21.06-01.399
 Вьюгинова А.А. 21.06-01.36

Г

Габдеев М.М. 21.06-01.499
 Гавришев А.А. 21.06-01.213
 Гаген-Торн В.А. 21.06-01.491
 Гаген-Торн Е.И. 21.06-01.491
 Гайнуллина Э.Ф. 21.06-01.103
 Гайсин Р.С. 21.06-01.230
 Галактионов В.А. 21.06-01.257
 Галиакбарова Э.В. 21.06-01.57,
 21.06-01.115
 Галимзянов М.Н. 21.06-01.114
 Гальянская Е.Г. 21.06-01.227
 Ганиев Р.Ф. 21.06-01.242
 Гарифуллин М.Ф. 21.06-01.189
 Гасилов В.А. 21.06-01.263
 Герман А.Д. 21.06-01.480
 Гибин И.С. 21.06-01.126
 Гильфанов М.Р. 21.06-01.496
 Гимадиев А.Г. 21.06-01.69
 Гималтдинов И.К. 21.06-01.90
 Гиневский А.Ф. 21.06-01.255
 Гиневский Д.А. 21.06-01.255
 Гиниятуллин А.Р. 21.06-01.164
 Гиршова Е.И. 21.06-01.141
 Гладили Ю.А. 21.06-01.203
 Гладков С.О. 21.06-01.45
 Гладуш В.Д. 21.06-01.433
 Гладышев А.И. 21.06-01.515
 Глазов А.Л. 21.06-01.76
 Глот И.О. 21.06-01.200
 Гниенко С.Н. 21.06-01.514
 Головизнин В.М. 21.06-01.253
 Головин Д.В. 21.06-01.65
 Головина Н.В. 21.06-01.183
 Головин О.К. 21.06-01.216
 Головченко Е.Н. 21.06-01.264

Голубев Ю.Ф. 21.06-01.269
 Голубицких А.А. 21.06-01.227
 Гольх Р.Н. 21.06-01.143,
 21.06-01.227
 Гольцев А.В. 21.06-01.476
 Гончарский А.В. 21.06-01.73
 Горбовской В.С. 21.06-01.181,
 21.06-01.182, 21.06-01.184
 Горемычкин Е.А. 21.06-01.232
 Горобей Н.Н. 21.06-01.476
 Горобец Б.С. 21.06-01.20
 Гостев Н.Ю. 21.06-01.484
 Грабовенская С.А. 21.06-01.246
 Григорьев Ю.Н. 21.06-01.47
 Гришин М.Я. 21.06-01.233,
 21.06-01.270
 Грушевский А.В. 21.06-01.269
 Гу Ю. 21.06-01.81
 Губанова И.А. 21.06-01.186
 Губанова М.А. 21.06-01.186
 Губский Д.В. 21.06-01.200
 Гузев А. 21.06-01.113
 Гулямов М.И. 21.06-01.279
 Гунбина А.А. 21.06-01.503
 Гуревич Б.С. 21.06-01.139
 Гуревич С.Ю. 21.06-01.138
 Гусев В.А. 21.06-01.101
 Гусев О.И. 21.06-01.124
 Гусева Е.Н. 21.06-01.461
 Гуц А.К. 21.06-01.415, 21.06-01.422

Д

Давлеткильдеев Р.А. 21.06-01.510
 Дарвин М.Е. 21.06-01.236
 Двуреченский А.В. 21.06-01.37
 Демидов Н.Э. 21.06-01.465
 Демьяненко А.В. 21.06-01.230
 Денисенко Д.С. 21.06-01.156
 Дердященко В.В. 21.06-01.82
 Джазмат М.С. 21.06-01.459
 Джонмухаммад И.А. 21.06-01.282
 Джонмухаммади А.И. 21.06-01.283,
 21.06-01.284
 Дик О.Е. 21.06-01.208
 Дильман В.Л. 21.06-01.87
 Динь К.Х. 21.06-01.187
 Дмитриев А.В. 21.06-01.451
 Дмитриев В.С. 21.06-01.82
 Дмитриев П.Н. 21.06-01.503
 Дмитриев С.В. 21.06-01.239
 Дмитриев С.П. 21.06-01.129,
 21.06-01.131
 Додин А.В. 21.06-01.496
 Долгов А. 21.06-01.507
 Дроздов С.М. 21.06-01.510
 Дубрович В.К. 21.06-01.503
 Дударев В.В. 21.06-01.71
 Дунин-Барковская О.В. 21.06-01.500
 Дутых Д. 21.06-01.124

Е

Егоров И.В. 21.06-01.187,
 21.06-01.511
 Емельяненко В.Ф. 21.06-01.169
 Емельянов В.Н. 21.06-01.112
 Ермаш А.А. 21.06-01.490
 Ермишина В.Е. 21.06-01.155
 Ерофеев В.И. 21.06-01.89,
 21.06-01.98, 21.06-01.123
 Еселевич В.Г. 21.06-01.451
 Еселевич М.В. 21.06-01.451
 Ефремов А.В. 21.06-01.112

Ж

Жамбаа С. 21.06-01.84
 Жарков Д.А. 21.06-01.101
 Жаров В.А. 21.06-01.183
 Желтоухов С.Г. 21.06-01.496
 Жилкин А.Г. 21.06-01.483
 Жуков А.О. 21.06-01.515
 Жуков В.Т. 21.06-01.257
 Жуковский М.Е. 21.06-01.252
 Журавлев В.М. 21.06-01.442
 Журавлева Е.Н. 21.06-01.93
 Журавская Т.А. 21.06-01.61
 Журов Д.П. 21.06-01.502
 Жучков Р.Я. 21.06-01.499

З

Завозин В.А. 21.06-01.270
 Завьялов В.В. 21.06-01.246
 Загоруля Д.С. 21.06-01.498
 Задонский С.М. 21.06-01.512
 Зайцев А.А. 21.06-01.46
 Зайцев А.И. 21.06-01.161
 Зайцев В.В. 21.06-01.506
 Зайцев Е.Г. 21.06-01.176
 Зайченко К.В. 21.06-01.139
 Заславский В.Ю. 21.06-01.53,
 21.06-01.54
 Заславский Ю.М. 21.06-01.53,
 21.06-01.54
 Захаров А.В. 21.06-01.475
 Захаров А.И. 21.06-01.515
 Захаров В.С. 21.06-01.252
 Захаров С.В. 21.06-01.252
 Зацерклянный О.В. 21.06-01.219
 Зверков И.Д. 21.06-01.191
 Зелёный Л.М. 21.06-01.475
 Земсков А.В. 21.06-01.81
 Зенюк Д.А. 21.06-01.251
 Зинченко И.И. 21.06-01.503
 Золотухина Н.А. 21.06-01.454
 Зотов Л.В. 21.06-01.470
 Зубарев Н.М. 21.06-01.93
 Зубарева О.В. 21.06-01.93

И

Ибадинов Х.И. 21.06-01.281
 Ибрагимов А.А. 21.06-01.291
 Ивакин Ян.А. 21.06-01.171
 Иванов А.В. 21.06-01.149
 Иванов М.А. 21.06-01.461,
 21.06-01.465
 Иванцова М.И. 21.06-01.197
 Иванчик А.В. 21.06-01.497
 Ивкин А.В. 21.06-01.199
 Игнатьев Ю.Г. 21.06-01.416
 Иголкин А.А. 21.06-01.117
 Ижевский П.В. 21.06-01.255
 Ильгамов М.А. 21.06-01.239
 Ильин Н.И. 21.06-01.262
 Ильинных А.Ю. 21.06-01.237
 Индейцев Д.А. 21.06-01.133
 Иоффе А.В. 21.06-01.224
 Ишатов А.В. 21.06-01.400
 Иртуганов Э.Н. 21.06-01.499
 Исаенко Е.А. 21.06-01.49
 Истомин А.Ю. 21.06-01.498

К

Кабалдин Ю.Г. 21.06-01.77
 Кабанов С.И. 21.06-01.220
 Кагенов А.М. 21.06-01.41

Каевицер В.И. 21.06-01.151
 Кажан А.В. 21.06-01.181,
 21.06-01.182, 21.06-01.184
 Кажан В.Г. 21.06-01.181,
 21.06-01.182, 21.06-01.184
 Казаков В.И. 21.06-01.1
 Казаков Д.А. 21.06-01.68
 Казаков Е.Д. 21.06-01.261
 Казарян М.А. 21.06-01.119,
 21.06-01.120, 21.06-01.121
 Калашникова А.М. 21.06-01.267
 Капаччиоли М. 21.06-01.425
 Карабут Е.А. 21.06-01.93
 Карачун Л.Э. 21.06-01.165,
 21.06-01.166
 Карпета Т.В. 21.06-01.88
 Карташев В.Г. 21.06-01.215
 Карутин С.Н. 21.06-01.25
 Кауфман А.А. 21.06-01.2К,
 21.06-01.4К
 Кацнельсон Э.Н. 21.06-01.8К
 Квашнин Г.М. 21.06-01.130
 Кешишев К.О. 21.06-01.142
 Кидяров Б.И. 21.06-01.37
 Кинеловский С.А. 21.06-01.108
 Киселев А.Б. 21.06-01.175
 Кисилев А.В. 21.06-01.77
 Кислицын А.А. 21.06-01.244
 Кислицын П.А. 21.06-01.497
 Китаева М.А. 21.06-01.492
 Кичигин И.В. 21.06-01.418
 Кияшко С.Б. 21.06-01.105
 Клепиков П.Н. 21.06-01.423
 Клецёв А.А. 21.06-01.51
 Климов С.И. 21.06-01.456
 Клопотов А.А. 21.06-01.110
 Ключков Б.Н. 21.06-01.209
 Ковалгин Ю.А. 21.06-01.6К,
 21.06-01.8К
 Коваленко В.В. 21.06-01.184
 Ковеня В.М. 21.06-01.48
 Козелков А.С. 21.06-01.161
 Козлов В.С. 21.06-01.254
 Козловский С.В. 21.06-01.170
 Козырев О.Р. 21.06-01.58,
 21.06-01.94
 Кокошкин А.В. 21.06-01.228
 Кокшайский А.И. 21.06-01.91
 Колоколов А.С. 21.06-01.229
 Колосовский Е.А. 21.06-01.37
 Кольчевский Н. 21.06-01.266
 Кондрашова Е.С. 21.06-01.165,
 21.06-01.166
 Коновалов К.С. 21.06-01.163
 Коновалов Н.Н. 21.06-01.222
 Концов Р.В. 21.06-01.215
 Коньков А.И. 21.06-01.195
 Корнеев А.С. 21.06-01.242
 Коробов А.И. 21.06-01.91
 Корянов В.В. 21.06-01.269
 Косарев О.С. 21.06-01.261
 Костенко И.С. 21.06-01.168
 Костюченко Т.Г. 21.06-01.82
 Костюшин К.В. 21.06-01.41
 Котлованов К.Ю. 21.06-01.159,
 21.06-01.173
 Котляр П.Е. 21.06-01.126
 Котоногов В.А. 21.06-01.41
 Кохинова Г.И. 21.06-01.282,
 21.06-01.283, 21.06-01.284,
 21.06-01.285, 21.06-01.292
 Кочетков Н.Ю. 21.06-01.116
 Кочетков Ю.М. 21.06-01.179,
 21.06-01.180, 21.06-01.201
 Кошелев В.П. 21.06-01.503

Кравчук Д.А. 21.06-01.127
 Кравчук Л.В. 21.06-01.34
 Красников Н.В. 21.06-01.514
 Краус А.Е. 21.06-01.107
 Краус Е.И. 21.06-01.107
 Кремлев Е.С. 21.06-01.198
 Кривелевич А.С. 21.06-01.94
 Кривонос Р.А. 21.06-01.496
 Кривцов А.П. 21.06-01.151
 Криксин Ю.А. 21.06-01.66
 Криницкий С.А. 21.06-01.172
 Круглый А.Л. 21.06-01.407
 Крусанова Н.Л. 21.06-01.515
 Крюков А.В. 21.06-01.191
 Кудашев Е.Б. 21.06-01.174
 Кудрявцев А.А. 21.06-01.133
 Кузнецов А.В. 21.06-01.117
 Кузнецов Г.Н. 21.06-01.144,
 21.06-01.153
 Кузнецов И.А. 21.06-01.475
 Кузнецов С.М. 21.06-01.236
 Кузнецова И.В. 21.06-01.515
 Кузьменко В.С. 21.06-01.457
 Кузьменко И.В. 21.06-01.493
 Кузьмин А.В. 21.06-01.469
 Кузьмин В.В. 21.06-01.236
 Кузьмин М.И. 21.06-01.462,
 21.06-01.463
 Кулаев И.В. 21.06-01.283
 Кулак Г.В. 21.06-01.128
 Куличков С.Н. 21.06-01.5К
 Кунсик К. 21.06-01.511
 Курбангулов А.Р. 21.06-01.232
 Курилов В.Б. 21.06-01.186
 Куричин О.А. 21.06-01.497
 Куркин А.А. 21.06-01.58,
 21.06-01.94, 21.06-01.97,
 21.06-01.157, 21.06-01.158,
 21.06-01.161, 21.06-01.164
 Куркина О.Е. 21.06-01.158,
 21.06-01.164
 Курочкин В.Е. 21.06-01.129,
 21.06-01.131
 Кухаркин Н.Е. 21.06-01.473

Л

Лабузов А.Г. 21.06-01.162
 Ладеманн Ю. 21.06-01.236
 Ларнер К.Л. 21.06-01.2К,
 21.06-01.4К
 Латипов М.Н. 21.06-01.282
 Латышев А.В. 21.06-01.37
 Лебедева Т.О. 21.06-01.488
 Лебедев-Степанов П.В. 21.06-01.234
 Левин А.А. 21.06-01.113
 Левин В.А. 21.06-01.61
 Левин В.П. 21.06-01.225
 Левшин А.Л. 21.06-01.2К,
 21.06-01.4К
 Легуша Ф.Ф. 21.06-01.131
 Леднёв В.Н. 21.06-01.233,
 21.06-01.270
 Лемзяков С.А. 21.06-01.503
 Леонтьев А.В. 21.06-01.211
 Леонтьева А.В. 21.06-01.98,
 21.06-01.123
 Леонтьева А.Н. 21.06-01.89
 Ли Лу 21.06-01.450
 Ливерко Д.В. 21.06-01.188
 Лим А.О. 21.06-01.254
 Липанов А.М. 21.06-01.83
 Липатов И.И. 21.06-01.183
 Литвинов С.П. 21.06-01.282
 Логвиненко С.В. 21.06-01.492

Логинов К.О. 21.06-01.262
 Локтионов Е.Ю. 21.06-01.240
 Лукаш В.Н. 21.06-01.490
 Лукьяненко А.С. 21.06-01.476
 Лун-Фу А.В. 21.06-01.84
 Любимова Т.П. 21.06-01.64
 Люлинский М.Х. 21.06-01.414
 Ляпидевский В.Ю. 21.06-01.155

М

Мадвалнев У. 21.06-01.134
 Мазур Н.Г. 21.06-01.456
 Макарецкий Е.А. 21.06-01.137
 Макаров В.Е. 21.06-01.185
 Макаров В.С. 21.06-01.270
 Макаров Г.А. 21.06-01.452
 Макаров С.В. 21.06-01.111
 Макеева И.Р. 21.06-01.102
 Маклашова И.В. 21.06-01.9К,
 21.06-01.14К
 Малащенко А.Е. 21.06-01.165,
 21.06-01.166, 21.06-01.169
 Маленко В.В. 21.06-01.188
 Малетин А.Н. 21.06-01.70
 Малеханов А.И. 21.06-01.152
 Малинецкий Г.Г. 21.06-01.251
 Мальцев А.Д. 21.06-01.277
 Маляренко Н.Л. 21.06-01.162
 Манаков С.А. 21.06-01.195
 Мандель А.М. 21.06-01.235
 Мануковский К.В. 21.06-01.257
 Манульчев Д.С. 21.06-01.214
 Марголина И.Л. 21.06-01.197
 Маркеев А.П. 21.06-01.513
 Маркелова Т.В. 21.06-01.49
 Марков М.Б. 21.06-01.252,
 21.06-01.261
 Маров М.Я. 21.06-01.23
 Марченко В.И. 21.06-01.142
 Мастюк Д.А. 21.06-01.102
 Матвеев В.А. 21.06-01.514
 Матяш И.С. 21.06-01.67
 Машошин Д.В. 21.06-01.245
 Маштаков Я.В. 21.06-01.480
 Медведев Л.В. 21.06-01.74
 Медведев П.С. 21.06-01.496
 Мелешенко П.А. 21.06-01.248
 Мелешко Н.В. 21.06-01.222
 Мелешко С.В. 21.06-01.47
 Мецерайков А.В. 21.06-01.496
 Микитчук Е.П. 21.06-01.141
 Микрюков Д.В. 21.06-01.459
 Миланов Д.В. 21.06-01.286,
 21.06-01.288
 Миланова Ю.В. 21.06-01.491
 Милехина О.Н. 21.06-01.206
 Милокова О.Ю. 21.06-01.250
 Миникулов Н.Х. 21.06-01.279,
 21.06-01.280
 Миньков Л.Л. 21.06-01.82
 Миронов А.В. 21.06-01.515
 Митин А.Т. 21.06-01.447
 Митина А.А. 21.06-01.447
 Митяков С.Н. 21.06-01.118
 Михайлова У.В. 21.06-01.198
 Михалев А.В. 21.06-01.454
 Михеева Е.В. 21.06-01.490
 Молчанов А.Б. 21.06-01.417
 Морозов А.Н. 21.06-01.188
 Морозов Е.А. 21.06-01.435
 Морозов К.М. 21.06-01.141
 Морозов Н.Ф. 21.06-01.133
 Морозова А.Р. 21.06-01.435
 Морозова Д.А. 21.06-01.491

Морозова Л.Е. 21.06-01.435
 Москвичев Д.Ю. 21.06-01.177
 Мотлохов В.Н. 21.06-01.104
 Мошаров В.Е. 21.06-01.176
 Мошкаралев В.Г. 21.06-01.515
 Муравьев Э.Н. 21.06-01.119,
 21.06-01.120, 21.06-01.121
 Муратиков К.Л. 21.06-01.76,
 21.06-01.133
 Мясников А.В. 21.06-01.270

Н

Нагирная Д.В. 21.06-01.503
 Нагорных Е.В. 21.06-01.68
 Назаренко А.И. 21.06-01.175
 Назаров В.Е. 21.06-01.92,
 21.06-01.105
 Назаров С.А. 21.06-01.56
 Нгуен Н.К. 21.06-01.187
 Невзоров А.А. 21.06-01.226
 Неизвестный И.Г. 21.06-01.37
 Нейланд В.Я. 21.06-01.194
 Непейна К.С. 21.06-01.196
 Нестеренко А.Р. 21.06-01.471
 Нестеров В.А. 21.06-01.143
 Нечаев Д.И. 21.06-01.206
 Нигматуллина Г.Р. 21.06-01.232
 Никитаев В.Г. 21.06-01.254
 Никитин Г.В. 21.06-01.211
 Никитин Е.А. 21.06-01.233
 Николаев М.А. 21.06-01.188
 Николаева Г.Ю. 21.06-01.236
 Новиков А.В. 21.06-01.511
 Новиков В.С. 21.06-01.236
 Новиков И.Д. 21.06-01.489
 Новикова Н.Д. 21.06-01.257
 Ногин В.Н. 21.06-01.52

О

Обердерфер В.Н. 21.06-01.210
 Овчинников А.В. 21.06-01.137
 Овчинников В.В. 21.06-01.190
 Овчинников М.Ю. 21.06-01.480
 Одина Н.И. 21.06-01.91
 Окулов В.Л. 21.06-01.243
 Ольховская О.Г. 21.06-01.263
 Орешко В.В. 21.06-01.486
 Орлов Ю.Н. 21.06-01.244
 Осетров Д.Л. 21.06-01.68
 Оскорбин Д.Н. 21.06-01.423
 Охрименко И. 21.06-01.266
 Охрименко С.Н. 21.06-01.170,
 21.06-01.172
 Ощурко В.Б. 21.06-01.235

П

Павкин Д.Ю. 21.06-01.233
 Павлов В.Д. 21.06-01.273
 Пальчиковская Н.В. 21.06-01.106,
 21.06-01.187
 Панич А.Е. 21.06-01.219
 Панкратов Д.Г. 21.06-01.75
 Пантюшин А.О. 21.06-01.117
 Панфилов Д.С. 21.06-01.82
 Пархомов В.А. 21.06-01.451
 Паршакова Я.Н. 21.06-01.64
 Паршуков В.Н. 21.06-01.170
 Педдер В.В. 21.06-01.227
 Пелиновский Е.Н. 21.06-01.58,
 21.06-01.100, 21.06-01.145,
 21.06-01.146, 21.06-01.161
 Пенкин А.Г. 21.06-01.223

Пепеляев А.В. 21.06-01.231
Перминова Ю.С. 21.06-01.224
Перченко С.В. 21.06-01.226
Першин С.М. 21.06-01.233,
21.06-01.235, 21.06-01.270
Петерсен Т.Б. 21.06-01.225
Петров А.Г. 21.06-01.38
Петров А.Н. 21.06-01.424
Петров Н.И. 21.06-01.265
Петров П. 21.06-01.266
Петров Ю.В. 21.06-01.190
Петровский А.А. 21.06-01.7К
Пигасов Е.Е. 21.06-01.102
Пилипенко В.А. 21.06-01.455,
21.06-01.456
Пилипенко С.В. 21.06-01.490
Пильник А.А. 21.06-01.113
Пин Чжоу 21.06-01.450
Питц Д.Б. 21.06-01.424
Плотников В.А. 21.06-01.111
Пляскин А.С. 21.06-01.110
Повещенко Ю.А. 21.06-01.264
Подлесный С.В. 21.06-01.454
Подольский В.А. 21.06-01.140
Подольяк Е.Р. 21.06-01.142
Полех Н.М. 21.06-01.454
Полулях С.Н. 21.06-01.132
Полухин Н.В. 21.06-01.63,
21.06-01.96, 21.06-01.146,
21.06-01.147
Полухина О.Е. 21.06-01.62,
21.06-01.95, 21.06-01.145,
21.06-01.147
Полюшкина Т.Н. 21.06-01.453
Полянский И.С. 21.06-01.262
Попков С.В. 21.06-01.12К
Попов А.А. 21.06-01.427
Попов В.А. 21.06-01.401
Попов В.В. 21.06-01.132
Попов М.В. 21.06-01.485
Попов Н.Н. 21.06-01.429,
21.06-01.436
Попов С.Б. 21.06-01.264,
21.06-01.495
Попцов А.Г. 21.06-01.75
Поройков С.Ю. 21.06-01.276,
21.06-01.278
Портнов А.М. 21.06-01.468
Портнов Ю.А. 21.06-01.431
Поршнева С.В. 21.06-01.205
Постнов К.А. 21.06-01.22,
21.06-01.496
Постольник С.И. 21.06-01.227
Потапкин А.В. 21.06-01.177
Потапов А.С. 21.06-01.453
Потекаев А.И. 21.06-01.110
Приймак В.Г. 21.06-01.39
Проничев А.Н. 21.06-01.254
Просвирнин Д.В. 21.06-01.223,
21.06-01.224
Прохоров К.А. 21.06-01.236
Прохоров М.Е. 21.06-01.515
Прохоров С.А. 21.06-01.216
Пустовойт В.И. 21.06-01.265
Пушкарев А.А. 21.06-01.104

Р

Радаев И.Р. 21.06-01.214
Радченко В.Н. 21.06-01.176
Раевский М.А. 21.06-01.152
Райта Т. 21.06-01.451
Раскач К.Ф. 21.06-01.473
Резвов Ю.Г. 21.06-01.140
Репин С.В. 21.06-01.489

Решетова Г.В. 21.06-01.72
Ржевский В.В. 21.06-01.91
Римская-Корсакова Л.К. 21.06-01.212
Родин А.Е. 21.06-01.486
Родионов А.А. 21.06-01.163
Родионов Е.Д. 21.06-01.423
Розенблат Г.М. 21.06-01.238
Ролдугин Д.С. 21.06-01.480
Романов С.Ю. 21.06-01.73
Ропот П.И. 21.06-01.128
Рубанов И.Л. 21.06-01.170,
21.06-01.172
Рувинская Е.А. 21.06-01.158
Рудаков К.И. 21.06-01.503
Руденко А.И. 21.06-01.46
Русяк И.Г. 21.06-01.83
Рутенко А.Н. 21.06-01.214
Рэй В. 21.06-01.147
Рябов А.А. 21.06-01.68
Рябов Д.А. 21.06-01.77
Рязанов Д.А. 21.06-01.259

С

Савельев Н.В. 21.06-01.163
Савин А.В. 21.06-01.217
Савин А.Д. 21.06-01.202
Савченко С.С. 21.06-01.491
Сагалаков А.Э. 21.06-01.240
Сагитова Е.А. 21.06-01.236
Сажина О.С. 21.06-01.425
Сазонов Вас.В. 21.06-01.478,
21.06-01.481
Сазонов С.Ю. 21.06-01.496
Сазонтов А.Г. 21.06-01.160
Салихов Т.Х. 21.06-01.134,
21.06-01.135, 21.06-01.136
Самигуллина А.Р. 21.06-01.416
Самохин В.Ф. 21.06-01.182
Санникова Т.Н. 21.06-01.494
Сафаргалиев Д.И. 21.06-01.232
Сафаров С.Н. 21.06-01.285
Сафин А.И. 21.06-01.117
Сдвиженский П.А. 21.06-01.233
Сельвесюк Н.И. 21.06-01.248
Семёнов Б.Н. 21.06-01.133
Семёнов В.Ю. 21.06-01.163
Семенов К.В. 21.06-01.211
Семенов М.Е. 21.06-01.248
Семенова Е.Г. 21.06-01.171
Семенова И.В. 21.06-01.153
Семин М.А. 21.06-01.249
Семук Е.Ю. 21.06-01.132
Сергеев В.Ю. 21.06-01.254
Сергеев С.С. 21.06-01.260
Серёжников С.Ю. 21.06-01.73
Серьезнов А.Н. 21.06-01.220
Сивкова О.Д. 21.06-01.140
Сигов А.С. 21.06-01.217
Сизов Д.А. 21.06-01.214
Сизова М.Д. 21.06-01.482
Сильченко О.К. 21.06-01.504
Синев И.О. 21.06-01.225
Синь Чжан 21.06-01.450
Синь-Юэ Ван 21.06-01.450
Сириват П. 21.06-01.47
Сиротинкин В.П. 21.06-01.223
Ситдикова Л.Ф. 21.06-01.90
Скворцов В.В. 21.06-01.240
Скуридин Р.В. 21.06-01.64
Слизов А.К. 21.06-01.223
Слюняев А.В. 21.06-01.100
Смирнов А.В. 21.06-01.503
Смирнов А.Н. 21.06-01.217
Смирнов И.П. 21.06-01.160

Смирнов Н.Н. 21.06-01.175
Смирнова Т.В. 21.06-01.485
Смолин С.В. 21.06-01.410,
21.06-01.411, 21.06-01.419
Смольянинов И.В. 21.06-01.151
Смыслов А.М. 21.06-01.223
Собисевич А.Л. 21.06-01.270
Собянин К.В. 21.06-01.200
Сойфер Ю.Р. 21.06-01.222
Соколов Л.Л. 21.06-01.287,
21.06-01.458
Соколов С.С. 21.06-01.104
Соловьев А.М. 21.06-01.248
Соловьев М.В. 21.06-01.204
Сомов Б.В. 21.06-01.500
Сорокин Б.П. 21.06-01.130
Сорокин М.Ю. 21.06-01.221
Сперанский А.А. 21.06-01.116
Станкевич Д.А. 21.06-01.226
Стаховский И.Р. 21.06-01.405,
21.06-01.412, 21.06-01.443
Сташков В.Б. 21.06-01.199
Стекольников О.Ю. 21.06-01.515
Степанов А.В. 21.06-01.506
Степанов А.Н. 21.06-01.153
Степанова Л.Н. 21.06-01.220
Степанянц Ю.А. 21.06-01.99
Столбова А.А. 21.06-01.216
Стойновская О.П. 21.06-01.49
Субаев И.А. 21.06-01.488
Суворова А.В. 21.06-01.451
Сумин В.И. 21.06-01.207
Сумьянова Е.В. 21.06-01.404
Сундуков А.Е. 21.06-01.79
Супин А.Я. 21.06-01.206
Сурдин В.Г. 21.06-01.505
Суровенков Д.Б. 21.06-01.202
Суфиянов В.Г. 21.06-01.83
Сюняев Р.А. 21.06-01.474,
21.06-01.496
Сянь-Го Чжан 21.06-01.450

Т

Талипова Т.Г. 21.06-01.62,
21.06-01.63, 21.06-01.96,
21.06-01.146, 21.06-01.161
Таминдаров Д.Р. 21.06-01.223
Тамразова О.Б. 21.06-01.254
Тараканов И.А. 21.06-01.261
Тарасов М.А. 21.06-01.503
Тарлаковский Д.В. 21.06-01.81
Таровик В.И. 21.06-01.162
Татарников А.М. 21.06-01.496
Твердислов В.А. 21.06-01.27
Тегай С.Ф. 21.06-01.418
Темнов А.Н. 21.06-01.42
Теперин Л.Л. 21.06-01.184
Терентьев В.Ф. 21.06-01.223
Тестоедов Н.А. 21.06-01.25
Тимонов Д.А. 21.06-01.199
Тихонов А.Н. 21.06-01.27
Тишкин В.Ф. 21.06-01.66
Ткачев С.С. 21.06-01.479
Томозова М.С. 21.06-01.206
Троицкий С.В. 21.06-01.268
Трунов Э.И. 21.06-01.215
Туйчиев Х.Ш. 21.06-01.134
Туляков Ю.М. 21.06-01.10К
Тулуков А.В. 21.06-01.482
Тучин А.Г. 21.06-01.269
Тучин Д.А. 21.06-01.269
Тучин М.С. 21.06-01.515
Тюканько В.Ю. 21.06-01.230
Тюльбашев С.А. 21.06-01.488,

21.06-01.492
Тюльбашева Г.Э. **21.06-01.492**
Тюреноква В.В. **21.06-01.175**
Тютин М.Р. **21.06-01.224,**
21.06-01.225

У

Украинский Л.Е. **21.06-01.242**
Уруцкоев Л.И. **21.06-01.15,**
21.06-01.29, 21.06-01.31
Усеинов Э.С. **21.06-01.110**
Усовик И.В. **21.06-01.175**
Успенский А.А. **21.06-01.240**
Устынюк Л.Ю. **21.06-01.236**
Ущиповский В.Г. **21.06-01.214**

Ф

Фарфель В.А. **21.06-01.125**
Фёдоров А.Н. **21.06-01.270**
Федоров Д.С. **21.06-01.510**
Федоров Е.Н. **21.06-01.456**
Федорова В.А. **21.06-01.486**
Федосин С.Г. **21.06-01.477**
Федосова Н.В. **21.06-01.245**
Федченко Д.П. **21.06-01.438**
Феодоритова О.Б. **21.06-01.257**
Феоктистова Н.В. **21.06-01.399**
Фершалов М.Ю. **21.06-01.214**
Филатъев А.С. **21.06-01.240**
Филимонов С.В. **21.06-01.190**
Филиппенко Л.В. **21.06-01.503**
Франтов А.А. **21.06-01.203**
Фролов Б.Н. **21.06-01.406,**
21.06-01.431
Фролова Е.А. **21.06-01.171**

Х

Хаврошкин О.Б. **21.06-01.272**
Хайкин В.Б. **21.06-01.503**
Хакимзянов Г.С. **21.06-01.124**
Хакимов Д.Р. **21.06-01.402,**
21.06-01.403, 21.06-01.420,
21.06-01.426
Хакимова З.Р. **21.06-01.57,**
21.06-01.115
Халмурадов Р.И. **21.06-01.85**
Хамроев У.Х. **21.06-01.282,**
21.06-01.283, 21.06-01.284
Хатанзейская М.А. **21.06-01.70**
Хищенко К.В. **21.06-01.9К,**
21.06-01.14К
Хлыбов А.А. **21.06-01.77**
Хмелев В.Н. **21.06-01.143**
Холшевников К.В. **21.06-01.286,**
21.06-01.459
Холшевников К.С. **21.06-01.287,**
21.06-01.458
Хомутов С.Ю. **21.06-01.451**
Хорев А.А. **21.06-01.202**

Хорунжев Г.А. **21.06-01.496**
Хохлов Н.Е. **21.06-01.267**
Хрусталева Е.В. **21.06-01.227**
Худойназаров Х.Х. **21.06-01.85**
Худченко А.В. **21.06-01.503**

Ц

Царев А.В. **21.06-01.37**
Цветков А.И. **21.06-01.112**
Цидилина М.Н. **21.06-01.399**
Цин-Лун Ю. **21.06-01.450**
Цыдыпов С.Г. **21.06-01.84**
Цыплаков В.В. **21.06-01.272**
Цэгмэд Б. **21.06-01.451, 21.06-01.453**

Ч

Чаплик А.В. **21.06-01.37**
Чаудхури А. **21.06-01.507**
Чашей И.В. **21.06-01.488**
Чашечкин Ю.Д. **21.06-01.237**
Чевель К.А. **21.06-01.197**
Чекушкин А.М. **21.06-01.503**
Ченский Е.В. **21.06-01.448**
Черепанов Г.П. **21.06-01.109**
Черепашук А.М. **21.06-01.22,**
21.06-01.496
Чернов А.А. **21.06-01.113,**
21.06-01.119, 21.06-01.120,
21.06-01.121
Чернов А.И. **21.06-01.132**
Чернова В.В. **21.06-01.220**
Черноус П.А. **21.06-01.218**
Черный В.В. **21.06-01.446**
Чернышев С.Л. **21.06-01.181,**
21.06-01.184, 21.06-01.240
Черняев А.А. **21.06-01.86**
Чесноков А.А. **21.06-01.155**
Чечина А.А. **21.06-01.247**
Чубаров Л.Б. **21.06-01.124**
Чудновский В.М. **21.06-01.113**
Чумакова В.В. **21.06-01.207**
Чунчузов И.П. **21.06-01.5К**

Ш

Ша Мингун **21.06-01.178**
Шабалин И.И. **21.06-01.107**
Шабловский О.Н. **21.06-01.44**
Шагапов В.Ш. **21.06-01.57,**
21.06-01.115
Шакин О.В. **21.06-01.128**
Шалимова Е.В. **21.06-01.215**
Шалунов А.В. **21.06-01.143**
Шалыпина Л.В. **21.06-01.491**
Шамаев В.Г. **21.06-01.13К**
Шамрова В.Е. **21.06-01.431**
Шапошников А.Н. **21.06-01.132**
Шардаков И.Н. **21.06-01.200**
Шарифов Д.М. **21.06-01.134**

Шарфарец Б.П. **21.06-01.129,**
21.06-01.131
Шатагин Д.А. **21.06-01.77**
Шатский Н.И. **21.06-01.496**
Шелковникова А.А. **21.06-01.489**
Шелухин Л.А. **21.06-01.267**
Шеметов И.М. **21.06-01.510**
Шенкин А.В. **21.06-01.182**
Шестаков А.А. **21.06-01.246**
Шестаков А.П. **21.06-01.200**
Шестопёров А.И. **21.06-01.479**
Шеховцова А.В. **21.06-01.475**
Шиманский В.В. **21.06-01.499**
Шиманчук Д.В. **21.06-01.501**
Ширгина Н.В. **21.06-01.91**
Ширяев Л.П. **21.06-01.223**
Шишкалов А.В. **21.06-01.211**
Шкурин М.В. **21.06-01.178**
Шлёнский О.Ф. **21.06-01.9К**
Шленский О.Ф. **21.06-01.14К**
Шматков А.М. **21.06-01.241**
Шмыров А.С. **21.06-01.501**
Шмыров В.А. **21.06-01.501**
Шорстов В.А. **21.06-01.185**
Шлак В.А. **21.06-01.198**
Шпиринг К. **21.06-01.35**
Шульгинов А.А. **21.06-01.138**
Шульман М.Х. **21.06-01.432**
Шустов Б.М. **21.06-01.289**

Щ

Щепалова А.С. **21.06-01.286,**
21.06-01.288
Щербаков А.В. **21.06-01.267**

Э

Эдельман В.С. **21.06-01.503**
Элбакидзе А.В. **21.06-01.151**
Энтони С.Д. **21.06-01.256**
Эскин Б.Б. **21.06-01.287,**
21.06-01.458

Ю

Юань Чан **21.06-01.450**
Югов А.А. **21.06-01.110**
Югов Н.Т. **21.06-01.110**
Юмашева Е.В. **21.06-01.199**
Юсупов Д.Т. **21.06-01.75**
Юсупов Р.А. **21.06-01.503**

Я

Яблоник Л.Р. **21.06-01.174**
Яковлев А.А. **21.06-01.178**
Якопов Г.В. **21.06-01.503**
Якунин А.К. **21.06-01.75**
Ялгашев Б.Ф. **21.06-01.85**
Яличнер А. **21.06-01.161**
Янчуковский В.Л. **21.06-01.457**

УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

Журналы

- Авиакосмическое приборостроение. 2021. 25, № 10
21.06-01.70
- Автометрия. 2021. 57, № 4 **21.06-01.515**
- Автометрия. 2021. 57, № 5 **21.06-01.37**
- Акустический журнал. 2021. 67, № 6 **21.06-01.32,**
21.06-01.57, 21.06-01.130, 21.06-01.144, 21.06-01.152,
21.06-01.153, 21.06-01.160, 21.06-01.174, 21.06-01.196,
21.06-01.212, 21.06-01.214
- Астрон. ж. 2021. 98, № 11 **21.06-01.482, 21.06-01.483,**
21.06-01.484, 21.06-01.485, 21.06-01.486, 21.06-01.487,
21.06-01.488
- Астрон. ж. 2021. 98, № 12 **21.06-01.489, 21.06-01.490,**
21.06-01.491, 21.06-01.492, 21.06-01.493, 21.06-01.494,
21.06-01.495
- Биофизика. 2021. 66, № 6 **21.06-01.27**
- В мире неразрушающего контроля. 2021. 24, № 3
21.06-01.222
- Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2020, № 68
21.06-01.41, 21.06-01.82, 21.06-01.83, 21.06-01.84
- Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2020, № 69
21.06-01.42, 21.06-01.85
- Вестн Том. гос. ун-та. Математика и механика. 2020, № 70
21.06-01.86
- Вестн. КРАУНЦ. Сер. Физ.-мат. н. 2021. 36, № 3
21.06-01.508
- Вестник Балтийского федерального ун-та.
Физико-математические науки. 2021, № 3 **21.06-01.46**
- Вестник Ижевского гос. технич. ун-та. 2021. 24, № 3
21.06-01.77
- Вестник Московского авиац. ин-та. 2021. 28, № 3
21.06-01.201
- Вестник Пермского национального исследовательского
политехнического университета. Механика. 2021, № 3
21.06-01.81
- Вестник Российской академии наук (РАН). 2021. 91, № 11
21.06-01.23, 21.06-01.24, 21.06-01.25, 21.06-01.474,
21.06-01.475
- Вестник Самарского гос. технич. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки.
2021. 25, № 3 **21.06-01.50, 21.06-01.192**
- Вестник Самарского ун-та. Аэрокосмическая техника,
технологии и машиностроение. 2020. 19, № 3 **21.06-01.79**
- Вестник Самарского ун-та. Аэрокосмическая техника,
технологии и машиностроение. 2021. 19, № 3
21.06-01.117
- Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 1:
Математика. Механика. Астрономия. 2021. 8, № 3
21.06-01.21, 21.06-01.458, 21.06-01.459
- Вестник Удмуртского ун-та: Математика. Механика.
Компьютерные науки. 2020. 30, № 4 **21.06-01.513**
- Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2019,
№ 3 **21.06-01.205**
- Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2020,
№ 2 **21.06-01.198**
- Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2021,
№ 2 **21.06-01.202**
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математика. Механика. Физика. 2019. 11, № 4
21.06-01.87, 21.06-01.88, 21.06-01.122
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математика. Механика. Физика. 2021. 13, № 1
21.06-01.90
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математика. Механика. Физика. 2021. 13, № 2
21.06-01.159
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математика. Механика. Физика. 2021. 13, № 3
21.06-01.43, 21.06-01.138
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математика. Механика. Физика. 2021. 13, № 4
21.06-01.44
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математическое моделирование и
программирование. 2020. 13, № 1 **21.06-01.114**
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математическое моделирование и
программирование. 2020. 13, № 2 **21.06-01.173**
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математическое моделирование и
программирование. 2021. 14, № 1 **21.06-01.102,**
21.06-01.103, 21.06-01.150
- Вестник Южно-Уральского государственного университета.
Серия: Математическое моделирование и
программирование. 2021. 14, № 4 **21.06-01.502**
- Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое
моделирование физических процессов. 2021, № 2
21.06-01.104
- Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое
моделирование физических процессов. 2021, № 3
21.06-01.52
- Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства
противодействия терроризму. 2020, № 1-2 **21.06-01.210**
- Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства
противодействия терроризму. 2020, № 3-4 **21.06-01.59**
- Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства
противодействия терроризму. 2020, № 11-12
21.06-01.175, 21.06-01.199
- Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства
противодействия терроризму. 2021, № 11-12 **21.06-01.211**
- Вычислительная механика сплошных сред. 2019. 12, № 3
21.06-01.123
- Вычислительная механика сплошных сред. 2019. 12, № 4
21.06-01.64, 21.06-01.200
- Вычислительная механика сплошных сред. 2020. 13, № 1
21.06-01.53, 21.06-01.98
- Вычислительная механика сплошных сред. 2020. 13, № 4
21.06-01.80
- Вычислительная механика сплошных сред. 2021. 14, № 1
21.06-01.54, 21.06-01.89
- Вычислительная механика сплошных сред. 2021. 14, № 3
21.06-01.71
- Геология и геофизика. 2021, № 4 **21.06-01.72**
- Датчики и системы. 2020, № 4 **21.06-01.167, 21.06-01.219**
- Датчики и системы. 2020, № 5 **21.06-01.220**
- Датчики и системы. 2020, № 6 **21.06-01.170**
- Датчики и системы. 2020, № 7 **21.06-01.1, 21.06-01.171**
- Датчики и системы. 2020, № 9-10 **21.06-01.172**
- Датчики и системы. 2020, № 11 **21.06-01.221**
- Датчики и системы. 2021, № 2 **21.06-01.229**
- Двигатель. 2018, № 6 **21.06-01.178**
- Двигатель. 2019, № 2 **21.06-01.179**
- Двигатель. 2019, № 4 **21.06-01.116**
- Двигатель. 2019, № 6 **21.06-01.180**
- Дефектоскопия. 2021, № 11 **21.06-01.73, 21.06-01.74,**
21.06-01.215, 21.06-01.230
- Деформация и разрушение материалов. 2020, № 2
21.06-01.223
- Деформация и разрушение материалов. 2020, № 3
21.06-01.190
- Деформация и разрушение материалов. 2020, № 9
21.06-01.224
- Деформация и разрушение материалов. 2021, № 9
21.06-01.225
- Динамика и виброакустика. 2021. 7, № 1 **21.06-01.69,**
21.06-01.203, 21.06-01.204, 21.06-01.216
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические
науки. 2021. 500, № 1 **21.06-01.38, 21.06-01.39,**
21.06-01.133, 21.06-01.232, 21.06-01.233, 21.06-01.234,
21.06-01.235, 21.06-01.236, 21.06-01.237, 21.06-01.238
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические
науки. 2021. 501, № 1 **21.06-01.40, 21.06-01.61,**

- 21.06-01.68, 21.06-01.93, 21.06-01.113, 21.06-01.193, 21.06-01.239, 21.06-01.240, 21.06-01.241, 21.06-01.242, 21.06-01.243, 21.06-01.269, 21.06-01.270, 21.06-01.271
- Ж. эксперим. и теор. физ. 2021. 160, № 5 21.06-01.507
- Ж. эксперим. и теор. физ. 2021. 160, № 6 21.06-01.142
- Журнал естественнонаучных исследований. 2021. 6, № 1 21.06-01.276
- Журнал естественнонаучных исследований. 2021. 6, № 2 21.06-01.277
- Журнал естественнонаучных исследований. 2021. 6, № 3 21.06-01.278
- Журнал радиоэлектроники. 2020, № 10 21.06-01.228
- Журнал радиоэлектроники. 2021, № 3 21.06-01.151
- Журнал радиоэлектроники. 2021, № 8 21.06-01.137
- Журнал технической физики. 2020. 90, № 4 21.06-01.111
- Журнал технической физики. 2020. 90, № 6 21.06-01.91
- Журнал технической физики. 2020. 90, № 8 21.06-01.112
- Журнал технической физики. 2020. 90, № 12 21.06-01.92
- Журнал технической физики. 2021. 91, № 7 21.06-01.132
- Журнал технической физики. 2021. 91, № 12 21.06-01.267
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2000, № 1 21.06-01.94, 21.06-01.145, 21.06-01.146, 21.06-01.147
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2001, № 2 21.06-01.58, 21.06-01.95, 21.06-01.96, 21.06-01.97, 21.06-01.118
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2002, № 3 21.06-01.62, 21.06-01.63, 21.06-01.157, 21.06-01.161
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2011, № 1 21.06-01.164
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2013, № 1 21.06-01.119, 21.06-01.207
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2013, № 2 21.06-01.120, 21.06-01.121, 21.06-01.217, 21.06-01.445
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2013, № 4 21.06-01.446
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2014, № 1 21.06-01.20
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2014, № 4 21.06-01.447
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2015, № 1 21.06-01.448
- Известия академии инженерных наук им. А.М. Прохорова. 2016, № 1 21.06-01.449
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2011, № 1 21.06-01.279
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2011, № 2 21.06-01.280
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2011, № 3 21.06-01.134, 21.06-01.281
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2011, № 4 21.06-01.135
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2012, № 2 21.06-01.136
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2019, № 4 21.06-01.282
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2020, № 3 21.06-01.283
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2020, № 4 21.06-01.284
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 1 21.06-01.285
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 2 21.06-01.286, 21.06-01.287, 21.06-01.288, 21.06-01.289, 21.06-01.290, 21.06-01.291
- Известия АН Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2021, № 3 21.06-01.292
- Известия вузов. Радиофизика. 2020. 63, № 7 21.06-01.163, 21.06-01.503
- Известия вузов. Радиофизика. 2020. 63, № 9-10 21.06-01.504, 21.06-01.505
- Известия вузов. Радиофизика. 2021. 64, № 5 21.06-01.105
- Известия вузов. Радиофизика. 2021. 64, № 6 21.06-01.195, 21.06-01.506
- Известия вузов. Физика. 2021. 64, № 10 21.06-01.110
- Инженерная физика. 2021, № 10 21.06-01.29, 21.06-01.45
- Исследование Земли из Космоса. 2020, № 4 21.06-01.398
- Исследование Земли из Космоса. 2021, № 2 21.06-01.17
- Исследование Земли из Космоса. 2021, № 5 21.06-01.18
- Исследование Земли из Космоса. 2021, № 6 21.06-01.399, 21.06-01.400
- История науки и техники. 2021, № 9 21.06-01.30
- История науки и техники. 2021, № 11 21.06-01.31
- Мат. моделир. 2021. 33, № 9 21.06-01.244, 21.06-01.245, 21.06-01.246, 21.06-01.247, 21.06-01.248, 21.06-01.249, 21.06-01.478
- Мат. моделир. 2021. 33, № 10 21.06-01.65, 21.06-01.149, 21.06-01.250, 21.06-01.251, 21.06-01.252, 21.06-01.253, 21.06-01.254, 21.06-01.479
- Мат. моделир. 2021. 33, № 11 21.06-01.255, 21.06-01.256, 21.06-01.257, 21.06-01.258, 21.06-01.480, 21.06-01.481
- Мат. моделир. 2021. 33, № 12 21.06-01.66, 21.06-01.259, 21.06-01.260, 21.06-01.261, 21.06-01.262, 21.06-01.263, 21.06-01.264
- Науч. приборостр. 2021. 31, № 2 21.06-01.129
- Науч. приборостр. 2021. 31, № 3 21.06-01.213
- Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2021. 14, № 2 21.06-01.476
- Научно-технич. ведомости Санкт-Петербургского гос. политехнич. ун-та. Физ.-мат. н. 2021. 14, № 3 21.06-01.477
- Письма в Астрон. ж. 2021. 47, № 10 21.06-01.26, 21.06-01.496, 21.06-01.497, 21.06-01.498, 21.06-01.499, 21.06-01.500, 21.06-01.501
- Письма в Журнал технической физики. 2021. 47, № 12 21.06-01.76
- Письма в Журнал технической физики. 2021. 47, № 16 21.06-01.177
- Письма в Журнал технической физики. 2021. 47, № 18 21.06-01.226
- Письма в Журнал технической физики. 2021. 47, № 24 21.06-01.131
- Письма в Журнал технической физики. 2021. 48, № 1 21.06-01.139, 21.06-01.140
- Письма в Журнал технической физики. 2021. 48, № 3 21.06-01.141
- Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 3 21.06-01.47, 21.06-01.48, 21.06-01.107, 21.06-01.191
- Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 4 21.06-01.49, 21.06-01.108, 21.06-01.115, 21.06-01.124, 21.06-01.154, 21.06-01.155, 21.06-01.156
- Прикладная механика и техническая физика. 2021. 62, № 5 21.06-01.55, 21.06-01.109
- Прикладная физика. 2021, № 3 21.06-01.125, 21.06-01.126
- Прикладная физика. 2021, № 5 21.06-01.127
- Прикладная физика и математика. 2021, № 10 21.06-01.272
- Прикладная физика и математика. 2021, № 12 21.06-01.15, 21.06-01.273
- Природа. 2020, № 6 21.06-01.460
- Природа. 2020, № 10 21.06-01.461, 21.06-01.462
- Природа. 2020, № 11 21.06-01.463
- Природа. 2020, № 12 21.06-01.22
- Природа. 2021, № 1 21.06-01.464, 21.06-01.465, 21.06-01.466
- Природа. 2021, № 2 21.06-01.467, 21.06-01.468, 21.06-01.469

- Природа. 2021, № 3 **21.06-01.470, 21.06-01.471**
 Природа. 2021, № 5 **21.06-01.472**
 Природа. 2021, № 6 **21.06-01.99, 21.06-01.473**
 Природа. 2021, № 10 **21.06-01.100**
 Probl. физ., мат. и техн. 2021, № 1 **21.06-01.128**
 Probl. физ., мат. и техн. 2021, № 3 **21.06-01.509**
 Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019, № 1 **21.06-01.19, 21.06-01.401, 21.06-01.402, 21.06-01.403, 21.06-01.404, 21.06-01.405**
 Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019, № 2 **21.06-01.406, 21.06-01.407, 21.06-01.408, 21.06-01.409, 21.06-01.410, 21.06-01.411, 21.06-01.412**
 Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019, № 3 **21.06-01.413, 21.06-01.414, 21.06-01.415, 21.06-01.416, 21.06-01.417, 21.06-01.418, 21.06-01.419**
 Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019, № 4 **21.06-01.420, 21.06-01.421, 21.06-01.422, 21.06-01.423, 21.06-01.424, 21.06-01.425**
 Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2020, № 1 **21.06-01.426, 21.06-01.427, 21.06-01.428, 21.06-01.429, 21.06-01.430**
 Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2020, № 2 **21.06-01.431, 21.06-01.432, 21.06-01.433, 21.06-01.434, 21.06-01.435, 21.06-01.436, 21.06-01.437, 21.06-01.438**
 Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2020, № 3 **21.06-01.439, 21.06-01.440, 21.06-01.441, 21.06-01.442, 21.06-01.443, 21.06-01.444**
 Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2018. **31 21.06-01.293, 21.06-01.294, 21.06-01.295, 21.06-01.296, 21.06-01.297, 21.06-01.298, 21.06-01.299, 21.06-01.300, 21.06-01.301, 21.06-01.302, 21.06-01.303, 21.06-01.304, 21.06-01.305, 21.06-01.306, 21.06-01.307, 21.06-01.308, 21.06-01.309, 21.06-01.310, 21.06-01.311, 21.06-01.312, 21.06-01.313, 21.06-01.314, 21.06-01.315, 21.06-01.316, 21.06-01.317, 21.06-01.318, 21.06-01.319, 21.06-01.320, 21.06-01.321, 21.06-01.322, 21.06-01.323, 21.06-01.324, 21.06-01.325, 21.06-01.326, 21.06-01.327, 21.06-01.328, 21.06-01.329, 21.06-01.330, 21.06-01.331, 21.06-01.332, 21.06-01.333, 21.06-01.334, 21.06-01.335, 21.06-01.336, 21.06-01.337, 21.06-01.338, 21.06-01.339, 21.06-01.340, 21.06-01.341, 21.06-01.342, 21.06-01.343, 21.06-01.344, 21.06-01.345**
 Публикации Одесской астрономической обсерватории. 2019. **32 21.06-01.346, 21.06-01.347, 21.06-01.348, 21.06-01.349, 21.06-01.350, 21.06-01.351, 21.06-01.352, 21.06-01.353, 21.06-01.354, 21.06-01.355, 21.06-01.356, 21.06-01.357, 21.06-01.358, 21.06-01.359, 21.06-01.360, 21.06-01.361, 21.06-01.362, 21.06-01.363, 21.06-01.364, 21.06-01.365, 21.06-01.366, 21.06-01.367, 21.06-01.368, 21.06-01.369, 21.06-01.370, 21.06-01.371, 21.06-01.372, 21.06-01.373, 21.06-01.374, 21.06-01.375, 21.06-01.376, 21.06-01.377, 21.06-01.378, 21.06-01.379, 21.06-01.380, 21.06-01.381, 21.06-01.382, 21.06-01.383, 21.06-01.384, 21.06-01.385, 21.06-01.386, 21.06-01.387, 21.06-01.388, 21.06-01.389, 21.06-01.390, 21.06-01.391, 21.06-01.392, 21.06-01.393, 21.06-01.394, 21.06-01.395, 21.06-01.396, 21.06-01.397**
 Радиофизика и радиоастрономия (Украина). 2021. **26, № 4 21.06-01.16, 21.06-01.274, 21.06-01.275**
 Сенсорные системы. 2021. **35, № 3 21.06-01.206**
 Сибирский математический журнал. 2021. **62, № 4 21.06-01.56**
 Солнечно-земная физика. 2021. **7, № 3 21.06-01.450, 21.06-01.451, 21.06-01.452, 21.06-01.453, 21.06-01.454, 21.06-01.455, 21.06-01.456, 21.06-01.457**
 Техн. диагност. и неразруш. контроль. 2021, № 4 **21.06-01.36, 21.06-01.231**
 Техническая акустика. 2021. **21, № 1 21.06-01.60**
 Труды Крыловского государственного научного центра. 2021, № 4 **21.06-01.51, 21.06-01.162**
 Успехи физиологических наук. 2020. **51, № 4 21.06-01.208**
 УФН. 2021. **191, № 11 21.06-01.33**
 УФН. 2021. **191, № 12 21.06-01.34, 21.06-01.35, 21.06-01.268, 21.06-01.514**
 Учен. зап. ЦАГИ. 2020. **51, № 2 21.06-01.181, 21.06-01.194**
 Учен. зап. ЦАГИ. 2020. **51, № 4 21.06-01.182**
 Учен. зап. ЦАГИ. 2020. **51, № 5 21.06-01.183**
 Учен. зап. ЦАГИ. 2021. **52, № 1 21.06-01.184, 21.06-01.185, 21.06-01.510**
 Учен. зап. ЦАГИ. 2021. **52, № 2 21.06-01.106**
 Учен. зап. ЦАГИ. 2021. **52, № 3 21.06-01.186, 21.06-01.187, 21.06-01.188, 21.06-01.189**
 Учен. зап. ЦАГИ. 2021. **52, № 4 21.06-01.67, 21.06-01.176, 21.06-01.511, 21.06-01.512**
 Ученые записки ЕГУ, физико-математических наук. 2021. **55, № 2 21.06-01.78**
 Ученые записки физического ф-та МГУ. 2021, № 5 **21.06-01.101**
 Ученые записки физического ф-та МГУ. 2021, № 6 **21.06-01.209**
 Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2021. **24, № 3 21.06-01.266**
 Физика горения и взрыва. 2021. **57, № 6 21.06-01.75**
 Физические основы приборостроения. 2021. **10, № 2 21.06-01.28, 21.06-01.265**
 Экологические системы и приборы. 2021, № 2 **21.06-01.197**
 Экологические системы и приборы. 2021, № 9 **21.06-01.148**
 Экологические системы и приборы. 2021, № 11 **21.06-01.158, 21.06-01.165, 21.06-01.166, 21.06-01.168, 21.06-01.169, 21.06-01.218**
 Южно-Сибирский научный вестник. 2021, № 5 **21.06-01.143, 21.06-01.227**

Книги

- Non-Rayleigh acoustics: TORUS PRESS. 2020 **21.06-01.11K**
 Акустические аналогии и наукометрические исследования при математическом моделировании документального потока. М.: ВИНТИ. 2021 **21.06-01.13K**
 Аудиотехника. М.: Горячая линия—Телеком. 2013 **21.06-01.6K**
 Введение в теорию геофизических методов В 5 частях. Часть 4: Акустические и упругие волновые поля в геофизике. Пер. с англ. М.: Недра-Бизнесцентр. 2003 **21.06-01.2K**
 Введение в теорию геофизических методов В 5 частях. Часть 5: Акустические и упругие волновые поля в геофизике. Пер. с англ. М.: Недра-Бизнесцентр. 2006 **21.06-01.4K**
 Горение и взрыв материалов. 2-е изд. М.: Машиностроение. 2018 **21.06-01.14K**
 Коллеляния и излучение сферических и полисферических конструкций. СПб.: ФГУП "Крыловский государственный научный центр". 2020 **21.06-01.12K**
 Косинусно-модулированные банки фильтров с фазовым преобразованием: реализация и применение в слуховых аппаратах. М.: Горячая линия—Телеком. 2014 **21.06-01.7K**
 О децибелах. Справочное пособие. М.: Горячая линия—Телеком. 2019 **21.06-01.10K**
 Распространение инфразвуковых волн в анизотропной флуктуирующей атмосфере. М.: ГЕОС. 2020 **21.06-01.5K**
 СНиП 23-03-2003. Защита от шума. СПб.: ДЕАН. 2004 **21.06-01.3K**
 Стерефоническое радиовещание и звукозапись. Учебное пособие для вузов. Под ред. проф. Ю.А. Ковалгина. - 2-е изд., стереотип. М.: Горячая линия—Телеком. 2014 **21.06-01.8K**
 Теория волн звука и детонации. Новые аспекты. М.: Инновационное машиностроение. 2018 **21.06-01.9K**

СОДЕРЖАНИЕ

Конгрессы, конференции, семинары, симпозиумы, советы, совещания	21.06-01.1
Библиография	21.06-01.2
Персоналии	21.06-01.14
Классические проблемы линейной акустики и теории волн	21.06-01.38
Нелинейная акустика	21.06-01.92
Физическая акустика	21.06-01.113
Акустика океана, гидроакустика	21.06-01.144
Атмосферная и аэроакустика	21.06-01.173
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика	21.06-01.195
Акустическая экология; Шумы и вибрации	21.06-01.197
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование	21.06-01.203
Акустика живых систем; Биологическая акустика	21.06-01.207
Физические основы технической акустики	21.06-01.215
Физика	21.06-01.232
Астрономия	21.06-01.269
Авторский указатель Указатель источников	