

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.

№ 01
Москва 2024

Выходит 6 раз в год

Библиография

24.01-01.1К Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 55-летию Тихоокеанского государственного университета). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2013. ISBN 978-5-7389-1138-502

Представлены научные труды ведущих ученых университета, объединены работы, охватывающие различные направления знаний. Наряду с техническими науками, материаловедением, металлообработкой, строительством приводятся результаты исследований в области экономики, гуманитарных и естественных наук. Труды данного сборника ориентированы на техническое и социальное развитие Дальневосточного региона и предназначены для широкого круга ученых и специалистов различных отраслей.

24.01-01.2К Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 60-летию Тихоокеанского государственного университета). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2018. ISBN 978-5-7389-2693-8

Представлены научные труды ведущих ученых университета, объединены работы, охватывающие различные направления знаний. Наряду с техническими науками, материаловедением, металлообработкой, строительством приводятся результаты ис-

следований в области экономики, гуманитарных и естественных наук. Труды данного сборника ориентированы на техническое и социальное развитие Дальневосточного региона и предназначены для широкого круга ученых и специалистов различных отраслей.

24.01-01.3К Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14—16 сент. 2022 г.) СПб. 2023. ISBN 978-5-00105-780-2

В сборнике трудов представлены доклады о достижениях отечественных и зарубежных ученых в области гидрофизики и гидроакустики. Особое внимание уделено результатам фундаментальных исследований и их внедрению при решении прикладных проблем, в том числе при разработке технологий мониторинга Мирового океана с целью исследования и освоения его ресурсов, предупреждения природных катастроф и чрезвычайных ситуаций, при изучении рельефа прибрежных акваторий и экономических зон, при обосновании методов и средств борьбы с подводным терроризмом и минной опасностью, при разработке датчиков и систем контроля и управления техногенными процессами. Для научных работников и инженеров, а также для широкого круга специалистов, интересующихся подводной акустикой и гидрофизикой. Конференция проводилась с 14 по 16 сентября 2022 г.

Персоналии

24.01-01.4 Памяти Станислава Алексеевича Смирнова — организатора всероссийской конференции "Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики". Попов В.А., Селезнев И.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14—16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 70-73. Рус.

10 мая 2022 г. исполнился один год со дня смерти Станислава Алексеевича Смирнова — организатора Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики», постоянного сопредседателя её оргкомитета и бессменного руководителя секции «Гидроакустические системы». Вся жизнь и творческая деятельность С.А. Смирнова была посвящена развитию прикладной гидроакустики, созданию и совершенствованию отечественных гидроакустических систем военного и гражданского назначения. Он является основоположником теории и практики проектирования средств освещения

ледовой обстановки для подводных лодок.

24.01-01.5 В. И. Клячкин — основоположник научной школы в области прикладной гидроакустики. Селезнев И.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14—16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 74-78. Рус.

Вся жизнь и творческая деятельность Владимира Исааковича Клячкина — ветерана Великой Отечественной войны, выдающегося ученого — гидроакустика была посвящена развитию направления пространственно-временной обработки разнородных гидроакустических полей в прикладной гидроакустике, созданию и совершенствованию отечественных систем подводного наблюдения. Он является основоположником теории и практики проектирования средств освещения обстановки для современных отечественных подводных лодок Военно-Морского флота.

24.01-01.6 Использование гидроакустической станции «Марс-16» на подводной лодке К-21 при атаке немецкой эскадры в Норвежском море 5 июля 1942 г. к 80-летию исторического события. *Попов В.А., Железный В.Б. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 119–124. Рус.

Подводная лодка (ПЛ) Северного флота Советского Союза «К-21», в числе других ПЛ, развернутых на позициях вдоль побережья Скандинавского полуострова для прикрытия конвоя PQ-17, находилась с 4 июля 1942 г. в районе мыса Нордкап. Обнаружив с помощью гидроакустической станции (ГАС) «Марс-16» в режиме шумопеленгования немецкую эскадру, ПЛ вошла в ее ордер и атаковала торпедами флагмана группы — линкор «Тирпиц». В докладе, на основе анализа гидролого-акустической и имеющейся координатно-временной информации, подтверждается объективность записей в вахтенном журнале «К-21» и вводятся в научный оборот новые данные об атаке.

24.01-01.7 Игорь Ростиславович Шафаревич (к столетию со дня рождения). *Горчинский С.О., Куликов В.С., Никулин В.В., Орлов Д.О., Осипов Д.В., Попов В.Л., Тюрин Н.А., Шабат Г.Б., Шафаревич А.И., Шокурров В.В. Успехи математических наук.* 2023. 78, № 4, с. 187–198. Рус.

DOI: <https://doi.org/10.4213/rm10158>.

24.01-01.8 Памяти Анатолия Сергеевича Леоновича. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 2, с. 116. Рус.

22 апреля 2023 г. после продолжительной болезни ушел из жизни ведущий научный сотрудник Института солнечно-земной физики СО РАН, видный специалист в области физики магнитосферы Анатолий Сергеевич Леонович. Основные научные достижения Анатолия Сергеевича связаны с развитием теории гидромагнитных волн в магнитосфере Земли. А.С. Леонович внес важный вклад в разработку теории таких волн в реалистических моделях магнитосферы, учитывающих неоднородность плазмы и магнитного поля по всем трем координатам, в том числе неоднородную кривизну силовых линий. Его работы по исследованию структуры поперечно-мелкомасштабных альфвеновских волн в магнитосферной плазме, выполненные совместно с В.А. Мазуром, по праву считаются классическими. Важные результаты получены А.С. Леоновичем в физике магнитогидродинамических неустойчивостей магнитосферной плазмы, играющих важную роль в передаче энергии солнечного ветра земной магнитосфере и развитии эруптивных процессов в околоземной плазме. Обширные циклы работ А.С. Леоновича посвящены изучению взаимодействия гидромагнитных волн с земной ионосферой, а также их роли в авроральных процессах. Список его работ составляет более сотни наименований. С самого основания журнала «Солнечно-земная физика» Анатолий Сергеевич был одним из самых активных членов редакционной коллегии.

24.01-01.9 Гелию Александровичу Жеребцову — 85 лет. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 3, с. 138. Рус.

Академику Г.А. Жеребцову, научному руководителю Института, главному редактору журнала «Солнечно-земная физика» исполняется 85 лет. Под его руководством и при непосредственном участии развивалась Норильская комплексная магнитно-ионосферная станция, которую он возглавил в 1964 г., создавались и продолжают создаваться уникальные научные установки, проводятся комплексные исследования физических механизмов солнечной активности и ее влияния на процессы в гелиосфере и околоземном космическом пространстве. Важнейшие результаты по динамике атмосферы Земли оказали существенное влияние на исследование влияния эффектов космической погоды на функционирование радиоэлектронного оборудования геостационарных и высокоорбитальных космических аппаратов. Большое количество научных работ, создание по инициативе Гелия Александровича Центра космического мониторинга ИСЗФ СО РАН, Объединенного Российско-Китайского научного центра по космической погоде, проведение на постоянной основе Международной Байкальской молодежной научной школы по фундаментальной физике, в которой он является

ректором, участие в многочисленных национальных и международных проектах — трудно перечислить все направления научной и организационной деятельности Г.А. Жеребцова, отмеченной многими наградами. Гелий Александрович является в настоящее время научным руководителем Института солнечно-земной физики СО РАН, он имеет богатый опыт многолетних исследований в области солнечно-земной физики и огромный потенциал для решения новых актуальных задач. Одна из важнейших — создание и развитие Национального гелиогеофизического комплекса РАН (НГК РАН) на базе обсерваторий Института. Этот проект является одним из приоритетных для российской науки на ближайшее десятилетие. Его целью является переход на качественно новый перспективный уровень развития экспериментальных исследований в области солнечно-земной физики и решения задач по разработке и освоению инновационных космических технологий.

24.01-01.10 «...Наслаждаясь прохладным ветром и звездным небом с Орионом прямо над головой». Из дневника Ф. Г. Добржанского 1949 г. *Бразилия. Конашев М.Б. Природа.* 2023, № 9, с. <https://priroda.science/index.php/priroda/issue/view/48>. Рус.

24.01-01.11 Человек-гора. Памятник академику В.Е. Фортову. *Калыев И.А. Природа.* 2023, № 11, с. <https://priroda.science/index.php/priroda/issue/view/50>. Рус.

24.01-01.12 Маслов Виктор Павлович (некролог). *Математические заметки.* 2023. 114, № 6, с. 954–955. Рус.

Маслов Виктор Павлович (1930–2023). 03 августа 2023 года на 94-м году жизни скончался выдающийся российский ученый в области математической физики, теории дифференциальных уравнений, функциональном анализе и геометрии, квантовой механике, волновой теории, статистической физике, теории поля академик РАН Виктор Павлович Маслов. Виктор Павлович Маслов — выдающийся российский ученый и педагог. Его знаменитые работы в математической физике, теории дифференциальных уравнений, функциональном анализе и геометрии, квантовой механике, волновой теории, статистической физике, теории поля получили всемирную известность и привели к появлению новых направлений научных исследований в России и за рубежом. В.П. Маслову принадлежат многие важные концепции, такие как лагранжевы многообразия и нестандартные характеристики, которые вместе с терминами, носящими его имя, включая индекс Маслова и метод Маслова, стали неотъемлемой частью современной науки и дали наименования рубрикам в “Mathematics Subject Classification”. В математической физике Виктору Павловичу Маслову принадлежит определение канонического оператора, который вошел в мировую науку как “канонический оператор Маслова” и является мощным инструментом для изучения квантовых волновых состояний, распространения волн различной природы и поведения волновых полей вблизи фокальных точек и каустик. В.П. Масловым открыты квазиклассические асимптотики с комплексными фазами, а для их описания он ввел новый геометрический объект, известный теперь как “комплексный росток Маслова”. Широкий спектр применений имеет открытый им знаменитый инвариант в симплектической топологии — “индекс Маслова”. Разработанные В.П. Масловым асимптотические и операторные методы активно применяются и развиваются не только в классических уравнениях математической физики, но и при исследовании многих проблем, тесно связанных со статистической физикой и квантовой теорией поля, включая теории сверхтекучести и сверхпроводимости, метод квантования солитонов, квантовую теорию поля в сильных внешних полях и искривленном пространстве-времени, а также метод разложения по обратному числу типов частиц. Виктор Павлович создал новые методы в теории управления, которые в дальнейшем развивались многими учеными. Важную роль играют исследования В.П. Маслова, в которых была раскрыта взаимосвязь между термодинамикой и аналитической теорией чисел. Наряду с работами по математике и математической физике известны его оригинальные идеи и работы по экономике и экологической безопасности. Большое практическое значение имеет его работа по моделированию последствий Чернобыльской катастрофы. Большое внимание Виктор Павлович уделял воспитанию научной молодежи. Под его руководством была создана одна из

ведущих математических школ в России. Он воспитал ряд талантливых ученых, кандидатов и докторов наук. В.П. Маслов активно участвовал в научной и организационной работе, являлся главным редактором журналов "Российский журнал математической физики" и "Математические заметки" и членом редколлегии нескольких международных журналов. Научно-педагогическая деятельность принесла Виктору Павловичу заслуженное признание: он лауреат Ленинской премии, Государственных премий СССР и Российской Федерации, Демидовской премии, премии "Триумф". Он был награжден золотой медалью имени А.М. Ляпунова и другими почетными наградами.

24.01-01.13 Гидромеханика Леонарда Эйлера: исторический экскурс. Поляхов Н.Н., Поляхова Е.Н., Максимов В.В. Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2008. 1, № 2, с. 82-91. Рус.

В 2007 г. мировая научная общественность отметила славный юбилей великого Эйлера — 300 лет со дня рождения; в этом 2008 г., 18 сентября, минуло 225 лет со дня его смерти. Как известно, именно в стенах только что созданной Петербургской Академии наук (полные ее названия в те годы: с момента основания — Академия наук и художеств, по регламенту 1747 г. — Императорская Академия наук и художеств) Даниил Бернулли (Daniel Bernoulli, 1700—1782) и Леонард Эйлер (Leonhard Euler, 1707—1783) начали исследования основ механики жидкости, закончившиеся основополагающими результатами, во многом определившими последующий ход развития гидромеханики. Общий список публикаций Леонарда Эйлера огромен: в нем насчитывается около 850 работ. Его работы по механике жидкости занимают в этом списке свое достойное место и стимулируют научную мысль на протяжении вот уже двух с половиной столетий. Леонард Эйлер впервые приехал в Санкт-Петербург в возрасте 20 лет и проработал в стенах Академии наук 14 лет. После вынужденного отъезда в Берлин в 1741 г. и продолжительной работы в Берлинской Академии наук, в 1766 г. он вновь возвращается в Санкт-Петербург, где продолжает интенсивно трудиться еще 17 лет, вплоть до своей кончины, последовавшей в 1783 г. Опередившие более чем на столетие требования времени континуальные представления Эйлера в гидродинамике идеальной жидкости нуждались только во введении касательного напряжения, чтобы успешно обеспечить построение всех основ классической механики сплошной среды. Однако это опережение времени привело к тому, что чисто континуальный подход, основанный на идеях Эйлера и Коши, будет последовательно развит сначала английской школой, а затем российской школой механики (в лице академика Михаила Васильевича Остроградского и созданной им Петербургской школой прикладной математики и механики) и завоеует всеобщее признание только уже в последней трети XIX столетия.

24.01-01.14 М.В. Ломоносов и флот (к 300-летию со дня рождения). Карпеев Э.П. Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2011. 4, № 4, с. 88-91. Рус.

24.01-01.15 Памяти Виктора Дарьевича Света (17.05.1942—28.11.2023). Акустический журнал. 2023. 69, № 6, с. 823-824. Рус.

28 ноября 2023 г. на 82 году жизни скончался ведущий научный сотрудник, ветеран Акустического института им. Н.Н. Андреева, доктор физико-математических наук Виктор Дарьевич Свет.

24.01-01.16 Физический практикум Императорского Московского университета с момента основания до 1917 года. Якута А.А. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 6, с. 2361001. Рус.

Настоящий обзор, приуроченный к 150-летию с момента основания в Императорском Московском университете студенческого физического практикума, посвящен всестороннему освещению вопроса о его работе в период с 1873 г. по 1917 г. Кратко изложена история основания практикума, приведены сведения о развитии его материально-технической базы, о кадровом обеспечении, а также о количестве студентов, занимавшихся в практикуме в разные годы. Проведен анализ содержания учебных практических занятий студентов в указанный период. Показано, что отправным пунктом для создания профессором А.П. Соколовым оригинального учебного пособия "Руковод-

ство к упражнениям в общем физическом практикуме физического института Московского университета" послужило "Руководство для практических занятий по физике" Ф. Кольрауша. Приведен ряд исторических сведений, позволяющих лучше понять особенности практической подготовки студентов-физиков в Московском университете в конце XIX в. — начале XX в. В обзоре использованы редкие фотографии, часть из которых публикуется впервые.

24.01-01.17 Отечественные специализированные средства гидроакустической связи для обеспечения подводно-технических работ. Димидов В.Е., Крутьях Б.В. Гидроакустика. 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.

Описывается история развития отечественных специализированных средств гидроакустической связи для обеспечения подводно-технических работ. Рассмотрены принципы построения и работы средств гидроакустической связи для обеспечения аварийно-спасательных и других видов работ под водой, в том числе современных, и особенности, учитываемые при их разработке и эксплуатации. Ключевые слова: гидроакустическая связь, специализированные средства гидроакустической связи для обеспечения подводно-технических работ, звукоподводная связь с глубоководными аппаратами и аварийными объектами, аварийноспасательные суда, средства звукоподводной связи с водолазами.

24.01-01.18 Заметки из отечественной истории шумопеленгования. Какалов В.А. Гидроакустика. 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.

Изложена индивидуальная (на «сегодняшний день») оценка результатов выполнявшихся опытно-конструкторских работ и организации их проведения. Автор является главным конструктором гидроакустического комплекса МГК-540, главным специалистом по комплексному проектированию.

24.01-01.19 Памяти Владимира Васильевича Громковского. Селезнев И.А. Гидроакустика. 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.

24.01-01.20 К 100-летию со дня рождения Николая Геннадиевича Басова (Торжественное заседание (объединённая научная сессия) Отделения физических наук, Отделения нанотехнологий Российской академии наук (РАН) и Учёных советов Физического института им. П.Н. Лебедева РАН и Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ФИАН 28 ноября 2022 г.)). УФН. 2023. 193, № 10, с. 1090. Рус.

24.01-01.21 Памяти Владимира Евгеньевича Захарова. Зелёный Л.М., Кузнецов Е.А., Литвак А.Г., Мясц Г.А., Михайлов А.В., Мушер С.Л., Новиков С.П., Овчинников Ю.Н., Рюттов Д.Д., Сагдеев Р.З., Сюняев Р.А., Федорук М.П. УФН. 2023. 193, № 12, с. 1356-1357. Рус.

<https://doi.org/10.3367/UFN.2023.11.039592>.

24.01-01.22 Живая материя и феноменология ноосферы. К 160-летию великого русского и советского ученого, создателя учения о ноосфере, академика Владимира Ивановича Вернадского (1863—1945). Яшин А.А. Вестник новых медицинских технологий: Теор. и науч.-практ. журн. 2023. 30, № 4, с. 146-152. Рус.

История науки, при всем обилии имен выдающихся исследователей, может называть лишь некоторых, которые своей мыслью охватывали *in summa* все знания о природе своей эпохи, давали их синтез. Это Леонардо да Винчи, М.В. Ломоносов, Ж.-Л. Бюффон, Александр Гумбольдт и, конечно же, академик В.И. Вернадский, создатель учений о биосфере и — генерально провидчески — о грядущей ноосфере. Столь же провидчески он обосновал в докладной записке Николаю Второму о необходимости начала работ по российскому «Урановому проекту» — а это всего лишь 1910 год! Но прежде всего В.И. Вернадский есть эпохальный создатель (первично) учений о переходе биоэволюции от биосферного облака Земли к ее принципиально новой биогеохимической оболочке — ноосфере, сфере доминирующего разума. И сам этот термин, принадлежащий двум выдающимся естествоиспытателями П. Тейяру де

Шардену (открывателю синантропа) и Е. Ле—Руа, сформировался у них, тогда еще скромных слушателей лекций В.И. Вернадского в Сорбонне (1922/23 гг.), под впечатлением его лекций о биогеохимической основе биосферы и ее последующей трансформации в сферу земного разума. Но В.И. Вернадский дал лишь абрис ноосферы. Сегодня, с позиции современного знания, изучение биосферно-ноосферного перехода есть сугубо

российский приоритет (Западу ноосфера, как не измеряемая в долларах-евро, неинтересна...), поддерживаемый двумя ведущими научными школами: ноосферизма (СПб, А.И. Субетто) и нашей, одноименной с названием статьи, в которой ниже рассматриваются основные результаты, полученные за двадцать лет работы в развитии концепции живой материи и феноменологии ноосферы/.

Классические проблемы линейной акустики и теории волн

Математическая теория распространения волн

24.01-01.23 Колебания стратифицированной вращающейся жидкости в поле центробежных сил инерции. Темнов А.Н., Ян Н.У. *Труды МАИ*. 2023, № 132, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=176845>. Рус.

Рассмотрены свободные колебания идеальной стратифицированной несжимаемой жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде в предположении, что равновесное движение жидкости представляет собой вращение твердого тела. Получены собственные функции жидкости и собственные значения свободных колебаний стратифицированной жидкости, заполняющей цилиндрическую полость твердого тела, быстровращающегося вокруг своей вертикальной оси симметрии. При достаточно больших значениях угловой скорости движения твердого тела с жидкостью рассматриваемый случай эквивалентен случаю вращения в условиях полной невесомости. Представлены численные расчеты собственных значений нормальных колебаний жидкости при постоянной частоте плавучести в виде таблиц и графиков с граничными условиями для внутренних и поверхностных волн.

24.01-01.24 Об устойчивости стационарного вращения твёрдого тела с полостью, содержащей криогенную жидкость. Темнов А.Н., Ян Н.У. *Труды МАИ*. 2023, № 133, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=177658>. Рус.

Рассмотрена устойчивость стационарного вращения твёрдого тела, имеющего цилиндрическую полость, полностью заполненную несжимаемой криогенной жидкостью. Устойчивость стационарного вращения тела со стратифицированной жидкостью изучается на основе обыкновенных дифференциальных уравнений, коэффициенты которых определяются из решения краевых задач гидродинамики, не зависящих от времени. Отличительной особенностью всех криогенных жидкостей является неоднородное изменение плотности и температуры, наблюдаемое во всех режимах хранения и эксплуатации. Наиболее значительное расслоение криогенного компонента происходит в направлении действия внешнего поля массовых сил. Для исследования движений такой механической системы подходящей моделью является стратифицированная несжимаемая жидкость. Получены характеристические уравнения краевой задачи и движения твёрдого тела со стратифицированной жидкостью, стационарно вращающейся вокруг своей оси. Построены области устойчивости свободного вращения тела со стратифицированной жидкостью в безразмерных параметрах.

24.01-01.25 Интегрирование модифицированного уравнения Кортевега—де Фриза—Лиувилля в классе периодических бесконечнозонных функций. Хасанов А.Б., Худаёров У.О. *Математические заметки*. 2023. 114, № 6, с. 894-908. Рус.

метод обратной спектральной задачи применяется для интегрирования нелинейного модифицированного уравнения Кортевега—де Фриза—Лиувилля (мКдФ—Л) в классе периодических бесконечнозонных функций. Доказана разрешимость задачи Коши для бесконечной системы дифференциальных уравнений Дубровина в классе шесть раз непрерывно дифференцируемых периодических бесконечнозонных функций. Показано, что сумма равномерно сходящегося функционального ряда построенного с помощью решения системы уравнений Дубровина и формулы первого следа, удовлетворяет уравнению мКдФ—Л. Кроме того, доказано, что если начальная функ-

ция является действительной π -периодической аналитической функцией, то решение задачи Коши для уравнения мКдФ—Л тоже является вещественной аналитической функцией по переменной x ; а если число $\pi/2$ является периодом (антипериодом) начальной функции, то число $\pi/2$ также является периодом (антипериодом) по переменной x решения задачи Коши для уравнения мКдФ—Л. Ключевые слова: модифицированное уравнение Кортевега—де Фриза—Лиувилля (мКдФ—Л), оператор Дирака, спектральные данные, система уравнений Дубровина, формулы следов.

24.01-01.26 Распространение волн в абстрактной динамической системе с граничным управлением. Белмушев М.И. *Записки научных семинаров ПОМИ. Математические вопросы теории распространения волн*. 2023. 521, с. 8-32. Рус.

Ключевые слова: симметрический полуограниченный оператор, граничная тройка Вишика, динамическая система с граничным управлением, конечность скорости распространения волн.

24.01-01.27 Дифракция волны шепчущей галереи на скачке кривизны. Мода с большим номером. Злобина Е.А. *Записки научных семинаров ПОМИ. Математические вопросы теории распространения волн*. 2023. 521, с. 95-122. Рус.

Исследуется дифракция высокочастотной волны шепчущей галереи с большим номером, набегающей вдоль вогнутой части границы на точку ее распрямления, в которой кривизна границы испытывает скачок. Подробно изучен “лучевой скелет” волнового поля. В рамках метода параболического уравнения построены асимптотические формулы для всех волн, возникающих в окрестности особой точки границы. Ключевые слова: высокочастотная асимптотика, дифракция на негладкой границе, уравнение Гельмгольца, метод параболического уравнения.

24.01-01.28 Собственные функции существенного спектра в задаче об акустических колебаниях в клиновидной области, ограниченной угловым сочленением двух тонких полубесконечных упругих мембран. Лялинов М.А. *Записки научных семинаров ПОМИ. Математические вопросы теории распространения волн*. 2023. 521, с. 123-135. Рус.

Вычисляются собственные функции непрерывного (существенного) спектра в виде интеграла Зоммерфельда. Собственные функции локализованы вблизи мембран и могут быть интерпретированы как входящие и уходящие поверхностные волны. Ключевые слова: собственные функции, существенный спектр, клин, функциональные уравнения, тонкие мембраны.

24.01-01.29 Визуализация отраженных и рассеянных волн по методу граничного управления, численный эксперимент. Носикова В.В., Пестов Л.Н., Сергеев С.Н., Филатова В.М. *Записки научных семинаров ПОМИ. Математические вопросы теории распространения волн*. 2023. 521, с. 200-211. Рус.

Приводятся результаты численного эксперимента по визуализации распространения отраженных и рассеянных волн на основе метода граничного управления.

24.01-01.30 Примеры точных решений нелокального волнового уравнения с нелинейными источниками. Шабловский О.Н. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика*. 2023. 15, № 4, с. 30-37. Рус.

Предмет исследования — волновое уравнение с источником в среде со слабой пространственной нелокальностью. Такое уравнение отличается от классического варианта наличием дополнительного члена, содержащего искомую функцию в виде частной производной четвёртого порядка по пространственной координате. Выполнено преобразование независимых переменных, позволяющее строить точные частные решения в виде бегущих волн, которые генерирует источник, нелинейным образом зависящий от искомой функции. Скоростной режим бегущей волны (дозвуковой, звуковой, сверхзвуковой) характеризуется числом Маха, равным отношению скорости перемещения волны к скорости распространения малых возмущений. Рассмотрена функция источника, аналогичная той, что применяется в классическом случае для двойного уравнения синус-Гордона. Решение имеет вид кинка, который соответствует двум состояниям равновесия системы «среда—источник». Установлена связь между параметрами источника и аналитической структурой кинка (область определения решения, знак наклона кинка и скорость его перемещения). Показано, что по отношению к безразмерному параметру нелокальности квадрат числа Маха есть функция монотонно возрастающая/убывающая для сверхзвукового/дозвукового скоростного режима. Вместе с тем по отношению к одному из параметров источника квадрат числа Маха — немонотонная функция, которая имеет минимум/максимум в сверхзвуковом/дозвуковом случаях. Соответствующие экстремальным режимам функции источников отличаются одна от другой инверсией областей, где эти функции положительны и отрицательны. Для уравнения синус-Гордона сопоставление классического и нелокального процессов показывает, что различаются не только области определения сравниваемых решений, но и скоростные режимы (дозвуковой—сверхзвуковой) движения кинков. В случае кубической нелинейности источника получены решения, представляющие собой слабый разрыв искомой функции либо уединенную волну. Рассмотрено кинк-решение, зависимость которого от волновой координаты определяется гиперболическим тангенсом. Выполнен сопоставительный анализ свойств полиномиальных (третьей и пятой степеней) функций источников, генерирующих такую бегущую волну в классической и нелокальной средах.

24.01-01.31 Распространение пульсаций по потоку жидкого металла. Колесниченко И.В., Озерных В.С., Гольбрайх Е. *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика.* 2023. 15, № 4, с. 77-84. Рус.

Работа посвящена разработке способа измерения скорости изотермического потока жидкого металла в цилиндрическом канале. Предлагаемый способ измерения не требует калибровки и является бесконтактным. Он основывается на корреляционной методике. Генерация пульсаций осуществляется с помощью индукторов вращающегося магнитного поля. Пульсации аксиальной компоненты скорости фиксируются с помощью регистрации электромагнитного отклика локальных измерителей скорости. Показано, что при малом количестве импульсов величина корреляционной функции мала, что не позволяет надежно измерять скорость, даже при увеличении интенсивности пульсаций. Получено, что высокая степень корреляции для данной методики достигается при существенном увеличении количества импульсов, что влечет за собой увеличение длительности измерений.

24.01-01.32 Существование решения начально-краевой задачи Лэмба в случае предельного значения коэффициента Пуассона. Кравцов А.В. *Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023. 63, № 10, с. 1648-1659. Рус.

Рассматривается начально-краевая задача Лэмба для упругого полупространства в случае, когда коэффициент Пуассона принимает предельное значение $1/2$. Доказывается существование классического решения для осевой симметрии в виде повторного несобственного интеграла.

24.01-01.33 Расчет характеристик отражения звука от упругой газонаполненной цилиндрической оболочки. Ильменков С.Л. *Морские интеллектуальные технологии.* 2023, № 4-2, с. 164. Рус.

Представлено строгое решение задачи отражения стационарного звукового сигнала от бесконечной изотропной цилиндрической оболочки. В качестве заполнителя оболочки рассматривается газ, жидкость или полая упругая оболочка меньшего диаметра. Решение получено в рамках динамической теории упругости с использованием уравнения движения Ламе для изотропной среды, а также разложений упругих потенциалов и звуковых давлений по фундаментальным решениям уравнения Гельмгольца. Граничные условия относительно напряжений и смещений формулируются для каждой из поверхностей контакта оболочек с соответствующей средой. Подстановка разложений потенциалов в граничные условия позволяет получить системы алгебраических уравнений для нахождения неизвестных коэффициентов разложений и рассчитать значения звукового давления в отраженной волне. Вычислены и проанализированы частотные зависимости отраженного звукового сигнала для различных вариантов и параметров заполнения оболочки. Ключевые слова: упругая оболочка, уравнение Ламе, граничные условия, отражение звука.

24.01-01.34 Интегрирование уравнения Кортевега—де Фриза отрицательного порядка методом обратной задачи рассеяния. Уразбоев Г.У., Балтаева И.И., Исмоилов О.Б. *Вестник Удмуртского ун-та: Математика. Механика. Компьютерные науки.* 2023. 33, № 3, с. 523-533. Рус.

Показано, что уравнение Кортевега—де Фриза отрицательно-порядка может быть решено методом обратной задачи рассеяния. Определена эволюция спектральных данных оператора Штурма—Лиувилля с потенциалом, связанным с решением уравнения Кортевега—де Фриза отрицательного порядка. Полученные результаты позволяют применить метод обратной задачи рассеяния для решения рассматриваемой задачи.

24.01-01.35 Точный метод расчета характеристик рассеяния звука упругой цилиндрической оболочкой с жидким заполнителем. Ильменков С.Л., Переселков С.А., Рыбьянец П.В. *Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика.* 2023, № 4, с. 20-29. Рус.

Рассмотрены результаты строгого решения задачи рассеяния звука на бесконечной изотропной цилиндрической оболочке с заполнением, находящейся в безграничной жидкой среде. Решение получено в рамках динамической теории упругости с использованием уравнения движения Ламе для изотропной среды, а также разложений упругих потенциалов и звуковых давлений по фундаментальным решениям уравнения Гельмгольца в круговой цилиндрической системе координат. Граничные условия относительно напряжений и смещений формулируются для каждой из поверхностей контакта оболочки с внешней и внутренней средами. На основании этого получены системы алгебраических уравнений, позволяющих рассчитать значения рассеянного звукового давления. Вычислены и проанализированы угловые диаграммы и частотные характеристики рассеяния стационарного звукового сигнала для различных вариантов заполнения цилиндрической оболочки.

Отражение, дифракция и рефракция волн

24.01-01.36 Дифракция волновых пучков на отражательной решётке. Власов С.Н., Копосова Е.В. *Известия вузов. Радиофизика.* 2023. 66, № 5-6, с. 381-392. Рус.

Построена теория дифракции волнового пучка на отражательной решётке. Найдены структуры пучков, возникающих при дифракции волнового пучка на отражательной решётке в режиме, близком к автоколлимационному с высоким коэффициентом отражения. Приводятся структуры пучков, отражённых в обратном и зеркальном направлениях.

Рассеяние акустических волн

См. 24.01-01.33, 24.01-01.35

Отражение, дифракция, рассеяние упругих волн

24.01-01.37 Влияние процесса формирования аку-

стического пограничного слоя на параметры звуковой волны, взаимодействующей с границей раздела жидкость—твёрдое тело. *Легуша Ф.Ф., Пялов К.Н., Чижов Г.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 444-447. Рус.

Анализируется влияние акустического пограничного слоя, возбуждаемого на поверхности твёрдого тела звуковой волны, на величину коэффициентов: отражения, прохождения и поглощения звука. Численный анализ проведён для границы раздела вода—нержавеющая сталь. В диапазоне углов падения от 0 до угла полного внутреннего отражения волны $\theta_{кр}$, отражение, прохождение и поглощение волны в основном обеспечивается акустической прозрачностью поверхности твёрдого тела. При $\theta > \theta_{кр}$, значение коэффициента поглощения увеличивается по мере увеличения угла падения волны и при угле θ_m наблюдается максимум коэффициента поглощения.

24.01-01.38 Дисперсия скорости звука волны, распространяющейся в среде с потерями, находящейся в цилиндрической трубе с теплопроводными стенками. *Легуша Ф.Ф., Чижов Г.В., Пялов К.Н. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 448-451. Рус.

Представлены результаты исследования частотной зависимости скорости распространения фронта плоской бегущей звуковой волны, распространяющейся в трубе, заполненной вязкой и теплопроводной средой. Труба изготовлена из вещества, имеющего конечные значения акустических и теплофизических параметров. Показано, что при распространении звуковой волны в трубе с твёрдыми стенками дисперсия скорости звука наблюдается в нижней части звукового диапазона частот. При этом скорость звука в среде, заполняющей трубу, меньше значения скорости звука для безграничной среды.

24.01-01.39 особенности уменьшения уровня звука экранами Т-образного профиля. *Комкин А.И., Мусаева Р.Н. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 756-764. Рус.

Исследованы акустические характеристики экранов Т-образного профиля на основе конечно-элементного моделирования. Установлено, что эффективность уменьшения уровня звука данным экраном связана не только с дифракцией, но также и с интерференцией звука на передней и задней кромках экрана. Показано, что интерференция звука на задней кромке экрана, в отличие от интерференции звука на передней кромке, влияет на звуковое поле только на небольших расстояниях от задней поверхности экрана. Проанализировано влияние на эти процессы частоты звука и геометрических размеров экрана.

Скорость и затухание акустических волн

24.01-01.40 “Квантовые” значения экстремумов “классических” макроскопических величин. *Бражкин В.В. УФН.* 2023. 193, № 11, с. 1227-1236. Рус.

Фундаментальные константы играют важную роль в природе. Они определяют многие высокоэнергетические процессы. Оказывается, такие константы также задают границы для “обычных” свойств конденсированных сред, таких как вязкость, теплопроводность, упругие модули, скорость звука и др. Кинематическая вязкость имеет точку глобального минимума на P, T -диаграмме, то же верно и для температуропроводности веществ (за исключением критической точки). При этом минимальные значения данных величин определяются лишь постоянной Планка ν и массами электрона m и атома/молекулы M . Нетривиальным является вывод о близости по величине кинематической вязкости обычных флюидов и кварк-глюонной плазмы. Аналогично, экстремумы упругих характеристик веществ, механических свойств материалов и скорости звука также определяются лишь постоянной Планка, массами электрона и ионов, а также зарядом электрона. Использование фундаментальных констант позволяет сделать разумные оценки скоростей звука веществ и упругих характеристик низкоразмерных систем. Упоминается возможная связь экстремальных значений макроскопических величин с антропным принципом.

Стоячие волны, резонанс, нормальные моды

24.01-01.41 Собственные колебания газа в резонаторе Гельмгольца с периодически изменяющимся поперечным сечением. *Пью Ко Ко. Прикл. мат. и мех.* 2023. 87, № 6, с. 1006-1013. Рус.

В рамках длинноволнового приближения исследованы частоты и формы собственных колебаний газа в резонаторе Гельмгольца имеющего форму трубы периодического сечения. Задача сводится к задаче Штурма—Лиувилля с краевыми условиями первого рода, решение которой проводится методом ускоренной сходимости. Проведен детальный анализ зависимостей собственных чисел и собственных функций от параметров трубы. Выявлен “автомодельный” тип зависимости собственной частоты для различных мод. Определены.

24.01-01.42 Исследование акустических характеристик суспензий на основе глицерина и микрочастиц синтетического алмаза с помощью резонатора с продольным электрическим полем. *Семёнов А.П., Зайцев В.Д., Теплых А.А., Бородина И.А. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 702-712. Рус.

Исследованы акустические свойства суспензий на основе чистого глицерина и алмазного порошка с размером частиц 1–2 мкм с различной концентрацией с помощью резонатора с продольным электрическим полем. Дисковый резонатор из лангасита с круглыми электродами на обеих сторонах пластины с частотой 4.1 МГц, работающий на продольной акустической волне, полностью погружали в жидкостный контейнер с исследуемой суспензией. На основе измеренных частотных зависимостей реальной и мнимой частей электрического импеданса резонатора с использованием эквивалентной электромеханической схемы были определены продольный модуль упругости и продольный коэффициент вязкости исследуемых образцов. Сравнение экспериментально найденных зависимостей продольного модуля упругости, коэффициента вязкости и скорости продольной акустической волны от объемной концентрации частиц алмаза в суспензии с расчетными зависимостями показало их хорошее соответствие.

Волноводы, волны в трубах и направляющих системах

24.01-01.43 Связанная виброакустическая модель неоднородных композитных панелей, обтекаемых турбулентным течением пограничного слоя, на основе методов конечных и граничных элементов с использованием разложения Холецкого. *Адджикари Б.Р., Сагу А., Бхаттачарья П. Прикладная механика и техническая физика.* 2023. 64, № 6, с. 210-225. Рус.

Предложена численная схема исследования акустического излучения при колебаниях экранированных конструктивных панелей, возбуждаемых течением неоднородного турбулентного пограничного слоя. Для оценки неоднородного спектра пристенного давления турбулентного пограничного слоя используются полуаналитические методы. С помощью разложения Холецкого определено случайное пристенное давление в частотной области. Поведение панелей моделируется с использованием метода конечных элементов. Для оценки мощности акустического излучения разработан связанный метод конечных и граничных элементов. Исследовано излучение энергии ламинированными композитными конструктивными панелями с различной ориентацией волокон.

Излучение источников, импеданс, картины полей

24.01-01.44 Воспроизведение волнового стратифицированного пограничного слоя. *Булгаков К.Ю. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 229-231. Рус.

Ранее разработанная двумерная модель пограничного слоя атмосферы над волнами была дополнена уравнением переноса

са тепла. В модель были введены функции устойчивости для расчета скорости диссипации и коэффициентов турбулентной вязкости и диффузии. Проведены эксперименты по воспроизведению стратифицированного волнового пограничного слоя. Оценена значимость волнового потока тепла.

24.01-01.45 Статистический анализ характеристик поверхностных проявлений вихревых структур и причины их генерации вблизи Берингова пролива по спутниковым данным. *Атаджанова О.А., Зимин А.В., Юдина С.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 232-235. Рус.

Работа посвящена исследованию пространственно-временного распределения поверхностных проявлений вихревых структур с масштабом от сотен метров до десятка километров в Беринговом проливе и прилегающих акваториях по спутниковым радиолокационным изображениям за август 2017, 2018 и 2019 гг. Всего было детектировано 530 проявлений вихревых структур преимущественно циклонического типа вращения. Районы частой встречаемости выделены около острова Св. Лаврентия и восточных берегов Чукотского полуострова.

См. также **24.01-01.25, 24.01-01.41**

Численные методы, компьютерное моделирование

24.01-01.46 Прогресс в численном моделировании морских волн. *Чаликов Д.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 50-55. Рус.

Кратко рассмотрены основные подходы к прямому моделированию поверхностных волн, основанные на полных потенциальных уравнениях динамики жидкости со свободной поверхностью. Большинство таких моделей предназначены для изучения прикладных и инженерных задач. Рассмотрена приближенная схема, основанная на двумерных уравнениях. Схема позволяет воспроизводить статистический режим волн с высокой точностью, согласующейся с аналогичными результатами, полученными с точной трехмерной моделью, но счёт идёт примерно на два порядка быстрее.

24.01-01.47 Численное моделирование схода грязевого оползня в водный бассейн. *Захаров Ю.Н., Зимин А.И., Яшин М.Е. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 222-225. Рус.

Рассматривается математическое моделирование схода грязевого оползня в воду. Эта модель описывается трёхкомпонентной системой дифференциальных уравнений Навье—Стокса с переменной вязкостью и плотностью. Приводятся результаты численных расчётов о сходе лавины в Богучанское водохранилище.

24.01-01.48 Моделирование движения погруженной пластины в развитом свободно-конвективном слое. *Филимонов С.А., Гаврилов А.А., Фрик П.Г., Сузановский А.Н., Васильев А.Ю. Известия вузов. Физика. 2023. 66, № 11, с. 151-156. Рус.*

Численно исследуется динамика пластины, погруженной в заполненную водой кювету. Нижняя стенка кюветы горячая, а верхняя холодная: в результате в объеме возникают конвективные течения, которые действуют на пластину, и она начинает двигаться. Моделирование движения пластины выполнено методом погруженных границ в 2D-постановке. Пластина совершает колебания от одной стенки к другой. С ростом числа Рэлея частота колебаний увеличивается, и они становятся более хаотичными, а термическое сопротивление, вызванное пластиной, снижается.

24.01-01.49 Численное и аналитическое исследование ударно-волновых процессов в упругопластических средах. *Ван Л., Меньшов И.С., Серёжкин А.А. Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. 63, № 10, с. 1660-1673. Рус.*

Рассматривается модель Уилкинса для упругопластической среды. Проводится теоретический анализ разрывных решений в предположении одномерной одноосной деформации. В этом приближении материальные уравнения для девиатора тензора напряжений интегрируются точно, и остается только консервативная система законов сохранения, что позволяет найти класс точных автомодельных решений модели. Для решения расширенной неконсервативной системы уравнений разрабатывается численный метод Годуновского типа с использованием приближенного римановского солвера, построенного на основе интегрирования уравнений по фазовому пути. Предлагается специальный выбор пути, который сводит двухволновое HLL решение задачи Римана к линейным уравнениям. Приводится сравнение численных и точных аналитических решений на ряде задач с различными режимами ударно-волновых процессов.

24.01-01.50 Численное моделирование акустической неустойчивости в неравновесном колебательно-возбужденном газе. *Храпов С.С., Иванченко Г.С., Радченко В.П., Титов А.В. Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1727-1731. Рус.*

На основе газодинамических методов проведено численное моделирование нелинейной динамики звуковых волн в колебательно-возбужденном неравновесном газе и исследованы основные стадии эволюции акустической неустойчивости. Показано, что в численных моделях линейный режим с экспоненциальным законом роста амплитуды возмущений хорошо согласуется с линейным анализом устойчивости, а на нелинейной стадии развития акустической неустойчивости происходит формирование системы ударных волн. Продемонстрированы эффекты нелинейного насыщения интенсивности ударных волн, обусловленные стабилизацией акустической неустойчивости. Ключевые слова: неравновесный газ, колебательная релаксация, акустическая неустойчивость, численное моделирование, метод CSPH-TVD. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56805.f213-23.

См. также **24.01-01.29, 24.01-01.43**

Методы измерений и инструменты

24.01-01.51 Метод измерения вязкости с вибрирующей пластиной для высокотемпературных материалов. *Шамуратов Ж.У. Приборы. 2023, № 10, с. 10-18. Рус.*

Разработан и используется новый вискозиметр с вибрирующей пластиной, который делает возможным мгновенное и непрерывное измерение вязкости высокотемпературного материала. Данный вискозиметр предназначен для промышленного использования и вязкость может измерять автоматически, с высокой точностью. Измеренное значение вязкости оценивается с использованием флюса для литейной формы в процессе непрерывного литья и подтверждается, что надлежащий контроль вязкости и температуры первичной кристаллизации флюса для литейной формы обеспечивает получение продуктов непрерывного литья хорошего качества и предотвращает проблемы при литье. Этот метод измерения вязкости в настоящее время используется в различных областях, таких как исследование вновь полученного формовочного флюса, выбор оптимальных характеристик текучести для различных условий литья, а также разработка и улучшение формовочного флюса.

24.01-01.52 Дискретная акустика: ARMA-моделирование временных процессов, теория. *Бобровницкий Ю.И., Карпов И.А. Акустический журнал. 2023. 69, № 6, с. 665-684. Рус.*

В физике, в частности, акустике время традиционно рассматривается как непрерывная координата. Некоторое исключение составляет обработка сигналов, где дискретизация необходима для расчетов на компьютерах. Но все акустические задачи формулируются и решаются с помощью непрерывных по времени моделей, описываемых дифференциальными уравнениями и их решениями в виде непрерывных функций времени. Между тем эти задачи могут быть эквивалентным образом сформулированы и решены с помощью дискретно-временных моделей, описываемых конечно-разностными уравнениями и их решениями в виде временных рядов. Как показывает опыт некоторых

других областей науки, например, теории управления, дискретный подход имеет ряд преимуществ перед непрерывным подходом, использование которых значительно облегчает решение многих задач. Данная статья имеет цель частично восполнить имеющийся здесь пробел в акустике и направлена на создание теоретических основ дискретно-временного подхода к решению акустических задач. Статья ограничена рассмотрением одной широко распространенной в акустике колебательной системы — линейной структуры с N степенями свободы, состоящей из сосредоточенных инерционных, упругих и диссипативных элементов, к которой, в частности, приводит метод конечных элементов. Для нескольких непрерывных моделей этой системы в статье построены эквивалентные дискретно-временные модели, выведены конечно-разностные уравнения и получены их решения. Критерием эквивалентности непрерывных и дискретных моделей в статье принято математически точное равенство соответственных решений во все дискретные моменты времени. Исходя из этого критерия, между параметрами непрерывных и дискретных моделей и их уравнений установлены аналитические связи, позволяющие по непрерывной модели системы строить ее дискретно-временную модель и, наоборот, по известной дискретной модели построить ее непрерывную модель. Особое внимание в статье уделено вынужденным колебаниям системы под действием кинематического возбуждения, важного во многих акустических задачах, тогда как в литературе рассматривается исключительно силовое возбуждение. В статье также рассмотрено одно из самых полезных свойств дискретного моделирования — простота построения дискретных моделей по экспериментально измеренным сигналам. Приведен соответствующий пример. Отметим, что термин "ARMA-модель" является сокращением для "модели авторегрессии и скользящего среднего общепринятым в теории управления, теории систем и в других областях науки.

24.01-01.53 Влияние малоциклового усталости на акустическое двулучепреломление в аустенитной стали 12X18H10T. Клошников В.А., Гончар А.В. Журнал технической физики. 2024. 94, № 1, с. 53-59. Рус.

Представлены результаты исследования влияния малоциклового усталости при температурах 20 и 60°C на акустическое двойное лучепреломление аустенитной нержавеющей стали 12X18H10T. Предложена модель, представляющая акустическое двойное лучепреломление всего материала как сумму двух отдельных составляющих для мягкой матрицы аустенита и твердых включений деформационного α' -мартенсита. Изменения акустического двойного лучепреломления, вызванные деформацией аустенита и мартенситным превращением при усталости, сравнивали с помощью расчетов, основанных на данных, полученных ранее для одноосного растяжения той же стали. Проанализирована кинетика изменения параметра акустического двулучепреломления в аустените с учетом и без учета влияния мартенситного превращения. Полученные результаты имеют практическое значение для разработки методов неразрушающего ультразвукового контроля состояния метастабильной аустенитной стали. Ключевые слова: аустенитная нержавеющая сталь, температура испытаний, деформационное мартенситное превращение, ультразвуковой метод, акустическое двулучепреломление, вихретоковый метод.

24.01-01.54 Влияние микрповрежденности на упругие характеристики метастабильных аустенитных сталей при усталостном разрушении. Мишакин В.В., Сергеева О.А., Клошников В.А. Журнал технической физики. 2024. 94, № 1, с. 60-65. Рус.

Исследована связь модулей упругости с изменением фазового состава и микрповрежденностью метастабильной аустенитной стали при ее усталостном разрушении. Предложен способ расчета микрповрежденности с учетом влияния комплекса факторов на упругие характеристики — образования деформационного мартенсита, имеющего контраст упругих модулей с матрицей материала, и изменения кристаллографической текстуры. Получена высокая корреляция нормированной величины микрповрежденности относительно ее критической величины, соответствующей появлению макротрещины, с поврежденностью, рассчитанной с помощью гипотезы линейного суммирования повреждений Пальмгрена—Майнера, широко использу-

емой для оценки ресурсных характеристик сталей. Ключевые слова: аустенитная нержавеющая сталь, метастабильный аустенит, микрповрежденность, ультразвуковой метод, упругие модули, вихретоковый метод.

См. также **24.01-01.42**

Колебания распределенных систем, вибрации, структурная акустика

24.01-01.55 Решение задачи о продольном изгибе стержня методами дискретного вариационного исчисления. Аксёненко И.А. Прикладная математика и вопросы управления. 2022, № 3, с. 26-42. Рус.

Изучается вопрос о продольном изгибе стержня, состоящего из жестких звеньев, соединенных шарнирами. Показано, что, как и в классическом варианте сплошного стержня, задача может быть поставлена как вариационная задача о минимуме энергии, но заданная функционалом, определенным на классе функций с дискретной областью определения. На функционалы такого вида перенесены основные положения классического вариационного исчисления: найдена формула вариации, доказано обобщение основной леммы вариационного исчисления, получен аналог уравнения Эйлера, которое является разностным уравнением. Применяя полученные результаты и известные свойства классических разностных уравнений, удалось решить аналог задачи Эйлера для двух видов шарнирного стержня: для стержня, состоящего из звеньев одинаковой длины, и для произвольного выбора длин звеньев. В обоих случаях удалось найти критическую силу Эйлера, а также уравнение и вид кривой прогиба.

24.01-01.56 К расчету частот и форм колебаний балки с произвольным числом упруго закрепленных тел. Баргуев С.Г., Нестеров А.С., Бураков В.С. Вестник Бурятского гос. ун-та. Математика, информатика. 2023, № 4, с. 22-37. Рус.

Приводится методика исследования на собственных колебания балки с произвольным числом упруго закрепленных твердых тел, в основе которой лежит вариационный принцип Гамильтона. При этом решение полученной гибридной системы дифференциальных уравнений, включающей как обычные дифференциальные уравнения, так и уравнения в частных производных, понимается в обобщенном смысле. Применение понятия обобщенного решения вызвано присутствием в уравнениях дельта-функции Дирака, которую необходимо учитывать в местах присоединения к балке тел. По этой методике осуществляются расчеты собственных частот и форм колебаний рассматриваемой системы, их численная реализация. Производится сравнительный анализ произведенных расчетов с зарубежными исследованиями, который показал отличное согласование. Следует отметить, что в приведенной зарубежной работе используется обычная методика, заключающаяся в разбиении составной механической системы на части, уравнения движения которых достаточно просты, а затем производится исключение реакций взаимодействия этих частей. В предложенной в статье методике указанные реакции нет необходимости учитывать в явной форме. Если есть необходимость, то их легко рассчитать, имея готовое решение.

24.01-01.57 Экспериментальная проверка математической модели свободных колебаний пластины с жестко заземленными краями. Добрышкин А.Ю., Сысоев О.Е., Сысоев Е.О. Труды МАИ. 2023, № 133, с. <https://trudy.mai.ru/published.php?ID=177656>. Рус.

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований по проверке новой математической модели свободных колебаний тонкостенной пластины с жестко-заземленными краями. В настоящее время широко используются конструкции пластин с жестко закрепленными краями в самолетостроении и строительных конструкциях: зданиях и сооружениях, а также в различных отраслях промышленности. Вместе с тем на эти конструкции воздействуют различные нагрузки (ветровые, снеговые и вибрационные), что вызывает свободные колебания и приводят к явлениям резонанса, в некоторых случаях разрушению конструкции и техногенным катастрофам. Эксперимен-

тальные исследования на сегодня являются одними из самых действенных. Воздействие на оболочку внешних сил позволяет получать в испытательном стенде экспериментальные зависимости частотной характеристики колебаний оболочки и величины присоединенной массы. Изучение свободных колебаний пластины позволяет изучать резонансные режимы колебаний, параметры их наступления, для предотвращения разрушения реальных оболочечных конструкций. Колебания с умеренными амплитудами свободных колебаний были разложены согласно полученных уравнений. Дискретная нелинейная модель колебаний тонкой оболочки, защемленной по краям, полученная при проведении исследований, проводилась с применением метода многих масштабов. При проведении экспериментальных исследований использован бесконтактный измеритель частотных характеристик системы HSV-2000 состоит из контроллера HSV2001/2002, лазерного блока HSV-800 и прочной компактной сенсорной головки HSV-700. Лазерный блок содержит интерферометр и маломощный лазер, а также осциллограф Rohde&Schwarz RTB2002. По результатам исследований проведена экспериментальная проверка математической модели свободных колебаний пластины с жестко защемленными краями. Как результат работы — описана зависимость первого собственного числа λ от ϵ для рекурсивной формулировки теории возмущений и аппроксимации Паде, а также экспериментальные данные. Предельная величина параметра ϵ , при котором различие в результатах, полученных при помощи рекурсивной формулировки теории возмущений и аппроксимации Паде будут находиться в пределах 5%, — $\epsilon=0.4$.

24.01-01.58 Решение методом Ритца—Галеркина задачи о свободных колебаниях прямоугольной в плане, пологой оболочки. *Алексеева А.А., Белая Л.А., Лавит И.М. Известия Тульского государственного университета. Технические науки.* 2023, № 7, с. 6-10. Рус.

Общее уравнение динамики, записанное для случая свободных колебаний пологой оболочки, решается методом Ритца—Галеркина. Так как система координатных функций должна удовлетворять главным граничным условиям и быть полной, координатные функции выбираются в виде произведения функции, удовлетворяющей упомянутым условиям, и полиномов Чебышева. В результате решение задачи сводится к алгебраической проблеме собственных значений. Приведен пример расчета, результаты которого сопоставляются с экспериментальными данными и результатами других исследователей.

24.01-01.59 Распределение мод собственных колебаний в пластине, заглуженной в абсолютно жёсткое полупространство. *Назаров С.А. Записки научных семинаров ПОМИ. Математические вопросы теории распространения волн.* 2023, 521, с. 154-199. Рус.

Изучены собственные колебания тонкой изотропной однородной цилиндрической пластины, вставленной в паз и соединённой с его абсолютно жёсткой поверхностью. Показано, что только в случае достаточно глубокого паза, в частности, для полностью погруженной пластины, её собственные колебания описываются двумерной моделью — плоской задачей теории упругости на продольном сечении с условиями Дирихле на границе. В остальных случаях установлено экспоненциальное затухание собственных мод при удалении от боковой поверхности пластины. Кроме того, формальный асимптотический анализ приводит к иным моделям пониженной размерности для низкочастотного диапазона спектра — разнообразным обыкновенным дифференциальным уравнениям, причём для соответствующих мод собственных колебаний характерна концентрация около всей боковой поверхности или некоторых точек на ней. Ключевые слова: тонкая изотропная однородная цилиндрическая пластина, жёсткое крепление части поверхности, модели пониженной размерности, локализация мод собственных колебаний.

24.01-01.60 Разрушение решения уравнения нелинейных колебаний балки с учетом эффектов поперечной деформации. *Умаров Х.Г. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023, 63, № 11, с. 1877-1893. Рус.

Колебания балки с учетом эффектов деформации в попереч-

ном направлении моделируются нелинейным дифференциальным уравнением соболевского типа, для которого исследуется задача Коши в пространстве непрерывных функций. Рассмотрены условия разрушения решения задачи Коши на конечном временном отрезке.

24.01-01.61 Свободные колебания трехслойной пластины, возбужденные тепловым потоком. *Старовойтов Э.И., Плескачевский Ю.М., Леоненко Д.В., Тарлаковский Д.В. Инженерно-физический журнал.* 2023, 96, № 6, с. 1445-1455. Рус.

Рассмотрено воздействие теплового потока постоянной интенсивности на круговую трехслойную пластину, теплоизолированную по контуру и нижней поверхности. Приведено решение задачи теплопроводности для пластины с усредненными по толщине теплофизическими параметрами материалов. Нестационарное температурное поле неоднородно по толщине пластины. Показано, что при мгновенном падении тепловой поток может вызвать прогиб и свободные колебания трехслойной пластины. Кинематика пакета пластины подчиняется гипотезе ломаной линии. После приложения нагрузки нормаль в тонких несущих слоях не изменяет своей длины и остается перпендикулярной к срединной поверхности слоя. В сравнительно толстом заполнителе деформированная нормаль сохраняет длину и прямолинейность, но поворачивается на малый дополнительный угол, т. е. учитывается сдвиг. Приведена постановка соответствующей начально-краевой задачи. Уравнения движения получены с помощью вариационного метода при учете поперечных сил инерции. На контуре пластины приняты граничные условия шарнирного опирания. Радиальные перемещения в слоях выражены через три искомые функции — прогиб пластины, сдвиг и радиальное перемещение срединной плоскости заполнителя. Показано, что эти искомые функции удовлетворяют неоднородной системе трех дифференциальных уравнений. Для решения системы применен метод разложения в ряд по построенной фундаментальной системе собственных ортонормированных функций. Выписано трансцендентное уравнение для получения соответствующих собственных чисел. Проведен числовой параметрический анализ решения в зависимости от геометрических и теплофизических характеристик материалов слоев и времени воздействия теплового потока. Ключевые слова: нестационарное температурное поле, трехслойная круговая пластина, свободные колебания.

24.01-01.62 Управление подавлением радиальных колебаний двухмассовой системы с одновременным ее раскручиванием. *Васенин С.А., Реимин С.А. Прикл. мат. и мех.* 2023, 87, № 6, с. 970-983. Рус.

Объектом исследования данной работы является двухмассовая управляемая механическая система, состоящая из несущего диска, вращающегося вокруг своей оси, закрепленной в пространстве, и несомого кольца, присоединенного к диску при помощи невесомых упругих элементов. Демпферов в системе нет. Процесс подавления радиальных колебаний рассматривается с позиции теории оптимального управления. На достаточно больших интервалах времени используется численный метод Ньютона для решения краевой задачи принципа максимума Понтрягина. Исследованы свойства фазовых траекторий системы в зависимости от начальных состояний диска и кольца и количества пружин в сложной модели упругого взаимодействия. Показано, как при некоторых начальных условиях и параметрах системы вследствие радиальности упругой силы и закона сохранения кинетического момента траектория центра масс кольца стремится к окружности. Указанная тенденция выхода на режим движения по окружности не является единой и зависит от количества пружин. Демонстрируется, что при малом количестве упругих элементов траектория кольца не принимает вид окружности, а происходит почти полное гашение радиальных колебаний. Установлено, что при рассматриваемых во время численного эксперимента параметрах системы управление является релейным с довольно большим количеством переключений. При этом происходит одновременное раскручивание всей системы. Ключевые слова: релейное управление, принцип максимума, управляемое вращение, краевая задача, метод Ньютона, гашение колебаний.

24.01-01.63 Сравнительные исследования вибромече-

ханических характеристик компактных гидроакустических преобразователей продольно-изгибного типа сложной формой излучающей оболочки. *Бритенков А.К., Норкин М.С., Захаров С.В., Травин Р.В., Стуленков А.В. Акустический журнал. 2023. 69, № 6, с. 808-816. Рус.*

Разработка компактных гидроакустических низкочастотных излучателей высокой удельной мощности связана со сложностями, обусловленными противоречивыми требованиями к габаритам, КПД, излучаемой мощности, ширине рабочей полосы частот, технологичностью изготовления. Для компактных излучателей габариты корпуса ограничивают возможность совмещения резонансов активного элемента и механической колебательной системы, что затрудняет их разработку. Компактный гидроакустический преобразователь продольно-изгибного типа с излучающей поверхностью сложной формы — “3D НЧИ” — разработан для масштабного моделирования и проверки теоретических расчетов такой конструкции, и при сравнительно малых размерах обладает высокой эффективностью. В работе приведены полученные при помощи лазерной виброметрии результаты измерений в воздухе колебательных характеристик двух различных по размеру и вариантам гофрирования титановых корпусов “3D НЧИ” и собранных излучателей. Предложенные конструктивные решения преобразователя с максимальными габаритными размерами менее 100 мм и весом примерно 1 кг обеспечивают чувствительность по напряжению около 1 Па м/В в рабочей полосе частот и основной резонанс в диапазоне 1—2 кГц. “3D НЧИ” обладает высоким значением коэффициента механической трансформации и использования присоединенной массы, а также имеет ряд других преимуществ по сравнению с аналогичными разработками. Показано, что различия в размерах двух представленных излучателей на 10—12% и геометрии излучающих оболочек (12 и 16 волн гофрирования) приводят к различию измеренных в воздухе резонансных частот (4.0 и 3.5 кГц соответственно). При этом излучатель большего размера обладает меньшим разбросом значений механического коэффициента трансформации по гребням и впадинам корпуса, а также более плотным распределением спектральных компонент за пределами основной полосы частот.

См. также 24.01-01.48, 24.01-01.52

Нелинейная акустика

Теория нелинейных акустических волн

24.01-01.66 Расчет двумерных периодических возмущений свободной поверхности жидкости в различных моделях среды. *Чашечкин Ю.Д., Очиров А.А. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2023. 513, № 1, с. 95-102. Рус.*

Методами теории сингулярных возмущений в линейном приближении впервые получены полные дисперсионные соотношения периодических движений плоской свободной поверхности с положительно определенной частотой и комплексным волновым числом, учитывающим пространственное затухание в вязкой стратифицированной, заряженной жидкости. Регулярные компоненты полного решения описывают плоские гравитационно-капиллярные волны, сингулярные характеризуют лигаменты — тонкие течения, отсутствующие в модели идеальной среды. Полученные дисперсионные соотношения в предельных случаях равномерно переходят в известные выражения для невязкой стратифицированной, вязкой однородной и идеальной жидкостей. Приведены рассчитанные зависимости длины волны и толщины лигамента, групповой и фазовой скорости компонент от частоты при различных значениях параметров сред.

24.01-01.67 О разрешимости уравнения типа Бюргера с нелинейностью специального вида. On the solvability of Burgers-type equation with special type of nonlinearity. *Frolenkov I. V., Sorokin R. V., Zubrov I. E. Журнал*

Волны в многофазных, пористых, резиноподобных средах, полимерах

24.01-01.64 Наклонное падение звуковой волны на границу раздела пузырьковая жидкость—пористая среда, насыщенная пузырьковой жидкостью. *Гималтдинов И.К., Ситдикова Л.Ф., Гималтдинова А.А. Инженерно-физический журнал. 2023. 96, № 6, с. 1544-1551. Рус.*

Теоретически исследованы отражение и преломление гармонической звуковой волны на границе раздела пузырьковая жидкость—пористая среда, насыщенная пузырьковой жидкостью. Установлено, что в случае падения такой волны на указанную границу под некоторым углом происходит полное внутреннее отражение поперечной волны. Определены условия, при которых отражение волны происходит как от жесткой стенки. Ключевые слова: звуковая волна, коэффициент отражения и прохождения, полное внутреннее отражение.

Статистическая акустика

24.01-01.65 Нелокальная гидродинамика. Подходы к описанию турбулентных течений реальных сред. *Хантулева Т.А., Родионов А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14—16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 43-49. Рус.*

Проблема турбулентности остается одной из важнейших нерешенных проблем физики. Разработанные модели и численные методы расчета турбулентных течений, опираясь на околоравновесную конденцию сплошной среды, не обладают предсказательной способностью, поскольку турбулентные процессы сильно неравновесны. Цель данной работы — обсудить подходы к решению этой проблемы с позиций нелокальной гидродинамики, построенной на основе результатов неравновесной статистической механики и теории управления адаптивными системами. Показано, что математическая модель турбулентного течения с эволюционирующей динамической структурой отражает все известные особенности турбулентности.

Сибирского Федерального университета. Математика и физика. 2023. 16, № 5, с. 690-699. Англ.

Рассматривается одномерное параболическое уравнение Бюргера специального вида с данными Коши. При доказательстве теоремы о разрешимости этой задачи используется метод слабой аппроксимации, разработанный Ю.Я. Беловым. Результаты, полученные в данной работе, усиливают результаты, полученные ранее.

24.01-01.68 Точные решения нелинейного уравнения, описывающего взрывную неустойчивость в автоколебательных системах. *Аристов А.И. Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. 63, № 11, с. 1850-1858. Рус.*

Работа посвящена изучению одного неклассического уравнения в частных производных четвертого порядка, описывающего взрывную неустойчивость в автоколебательных системах. Построено несколько классов точных решений этого уравнения. Показано, что среди этих решений есть обращающиеся в бесконечность за конечное время, ограниченные глобально по времени и ограниченные на любом конечном промежутке времени, но не глобально.

24.01-01.69 Волны-убийцы в океане (Предисловие). *Пелиновский Е.Н., Слюняев А.В. Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2011. 4, № 4, с. 4. Рус.*

Тематика исследований волн-убийц в океане (Freak or Rogue Waves) сейчас весьма популярна в фундаментальных и инженерных науках, связанных с изучением морей и океанов. По ней

проводятся регулярные симпозиумы (число секций по аномальным волнам на различных конференциях достигает не менее пяти ежегодно), публикуются труды конференций, специальные выпуски журналов, обзорные статьи; недавно вышла книга (Kharif C., Pelinovsky E., Slunyaev A. *Rogue Waves in the Ocean*. Springer, 2009). В то же время русскоязычная литература по данной тематике представлена только статьями в журналах совершенно разной направленности, за исключением небольшой книги (Куркин А.А., Пелиновский Е.Н. *Волны-убийцы: факты, теории и моделирование*. Н.Новгород, 2004). В результате читателю трудно представить себе состояние изученности данной проблемы. Именно поэтому назрела необходимость в публикации на русском языке специального тома, отражающего современное состояние проблемы аномально больших волн в океане, за которыми закрепились короткие и емкие слова — «волны-убийцы». В этой связи представляется целесообразным издание специального номера журнала «Фундаментальная и прикладная гидрофизика», посвященного современному состоянию проблемы описания волн-убийц.

Распространение интенсивных волн, пилообразные и слабые ударные волны

24.01-01.70 Интенсивные акустические пучки. *Руденко О.В.* *Известия вузов. Радиофизика*. 2023. 66, № 5-6, с. 355-367. Рус.

Дан краткий обзор теории нелинейных дифрагирующих пучков большой интенсивности. Описаны характерные искажения профилей акустических волн, наблюдавшиеся при их распространении. Отмечены следующие особенности. Во-первых, положительный и отрицательный полупериоды исходного гармонического сигнала неодинаковы. Фаза положительного давления укорочена по длительности, а её «амплитуда» увеличена. Фаза отрицательного давления, напротив, несколько растянута и по «амплитуде» уменьшена. Во-вторых, профили смещены в область отрицательных значений «сопровожающего» времени, т. е. дифракция выпуклого пучка приводит к небольшому увеличению скорости его распространения. Кроме того, положительное давление в некоторой области расстояний может превысить исходное значение. Низкочастотная геометрическая дисперсия приводит к дифференцированию профиля слабого сигнала в фокальной области и дальней зоне, что ведёт к исчезновению однополярных видеоимпульсов. В перетяжке может формироваться стационарная волна, составленная из участков параболической формы. Оценены предельные значения акустического давления и интенсивности волны в фокусе. Описаны приближённые математические методы и модели, использованные при расчётах волновых профилей.

См. также **24.01-01.49**

Нелинейная акустика твердых тел

24.01-01.71 Образование присоединенной каверны с неподвижными точками отрыва при ударе плавающего кругового цилиндра. *Норкин М.В.* *Журнал технической физики*. 2023. 93, № 10, с. 1403-1409. Рус.

Рассмотрена плоская задача о вертикальном и отрывном ударе кругового цилиндра под свободной поверхностью идеальной несжимаемой тяжелой жидкости. Предположено, что после удара цилиндр движется вглубь жидкости с постоянной скоростью. Изучена динамика присоединенной каверны, образующейся позади тела, в предположении, что точки отрыва внутренней свободной границы жидкости неподвижны. Характерные физические величины — число Фруда и давление в каверне — выбраны таким образом, чтобы выполнялось условие Кутты—Жуковского в точках отрыва. Ключевые слова: круговой цилиндр, отрывной удар, присоединенная каверна, точки отрыва, малые времена. DOI: 10.61011/JTF.2023.10.56277.33-23.

Акустические течения и радиационное давление

24.01-01.72 Заметки об акустической радиационной силе. *Островский Л.А.* *Известия вузов. Радиофизика*. 2023. 66, № 5-6, с. 461-471. Рус.

Дано краткое описание избранных теоретических и экспериментальных исследований, связанных с усреднённым по периоду действием осциллирующего акустического поля на среду и микрочастицы (акустической радиационной силой). Основное внимание уделено двум проблемам, связанным с биомедицинскими исследованиями. Одной из них является генерация сдвиговых волн ультразвуковыми пучками в слабосжимаемых (резиноподобных) средах, в частности в мягких биологических тканях. Вторая проблема — динамика микрочастиц в акустических резонаторах. Кратко упоминаются некоторые другие проблемы, такие как динамика пузырьков и акустическая левитация. Также приведены элементы истории ранних исследований.

Нелинейные диспергирующие волны, солитоны

24.01-01.73 Численный анализ характеристик взаимодействия уединенной волны с неподвижным погруженным телом прямоугольного сечения. *Гусев О.И., Скиба В.С., Хакимзянов Г.С., Чубаров Л.Б.* *Прикладная механика и техническая физика*. 2023. 64, № 6, с. 119-132. Рус.

Представлены результаты численного моделирования в рамках двумерной модели мелкой воды взаимодействия уединенной волны с неподвижным погруженным телом с прямоугольным поперечным сечением. Сопоставление этих результатов с результатами расчетов на основе модели безвихревых трехмерных течений показало, что при малых амплитудах набегающей волны точность моделирования является удовлетворительной. Установлено, что пренебрежение дифракцией уединенной волны на поверхности цилиндра при использовании одномерной модели мелкой воды приводит к завышенным оценкам максимальных величин заплеска волны на грани цилиндра и силовых нагрузок на него.

См. также **24.01-01.69**

Методы измерений и инструменты нелинейной акустики

См. **24.01-01.51**

Нелинейная акустика структурно неоднородных сред

24.01-01.74 Безотражательные акустические волны в неоднородной атмосфере. *Петрухин Н.С., Пелиновский Е.Н., Талипова Т.Г.* *Известия вузов. Радиофизика*. 2023. 66, № 5-6, с. 472-482. Рус.

Исследуется вертикальное распространение акустических волн в сильно неоднородной атмосфере. Найден класс монотонно изменяющихся профилей скорости звука, плотности и давления газа, при которых возможно распространение акустических волн без отражения за рамками квазиклассического приближения (метода Вентцеля—Крамерса—Бриллюэна) по плавности изменения параметров среды. Этот класс решений, называемых безотражательными, получен при трансформации уравнений для волн в идеальном газе, находящемся в поле тяжести, в уравнение Эйлера—Дарбу—Пуассона специального вида, которое имеет решение в виде суперпозиции не взаимодействующих волн, распространяющихся в противоположных направлениях. Отмечается, что при данной стратификации акустические волны могут быть любой частоты, в отличие от экспоненциальной атмосферы, где имеется частота отсечки.

См. также **24.01-01.23, 24.01-01.24**

Физическая акустика

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

24.01-01.75 Эффект ускоренного всасывания жидкости в трубке при лазерной кавитации на лазерном нагревательном элементе. *Чудновский В.М., Гузев М.А., Дац Е.П., Кулик А.В. Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2023. 513, № 1, с. 41-47. Рус.

Экспериментально и численно исследуются расширение и схлопывание кавитационного пузырька при лазерном нагреве и вскипании с недогревом воды в окрестности кончика оптоволокна (лазерном нагревательном элементе), установленного в заполненной водой стеклянной трубке с двумя открытыми концами. Кавитация, инициированная непрерывным лазерным излучением, сопровождается выталкивающим и втягивающим движением разогретой жидкости в трубке и за ее пределами. Впервые показано, что в трубке с установленным лазерным нагревательным элементом в потоке жидкости, движущемся за стенками пузырька, при его схлопывании на удаленном от торца полосе поверхности пузырька возникает жидкая струя, направленная через пузырек к торцу оптоволокна. Струя ускоряет процесс всасывания жидкости в трубку.

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

24.01-01.76 Дифракция звука на упругом шаре, окруженном слоем неоднородной жидкости. *Толоконников Л.А. Известия Тульского государственного университета. Технические науки.* 2023, № 7, с. 51-54. Рус.

Решена задача дифракции плоской гармонической звуковой волны на однородном упругом шаре, окруженном слоем радиально-неоднородной жидкости. Получено аналитическое описание акустического поля, рассеянного шаром и волнового поля в упругом шаре.

См. также **24.01-01.42**

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

24.01-01.77 Поведение сдвиговых волн на границе раздела упругопластических тел с дислокациями. *Чертова Н.В., Гриняев Ю.В. Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 9, с. 76-85. Рус.

Рассматривается задача прохождения плоской гармонической волны через границу раздела упругопластических тел с дислокациями. Для описания изучаемых тел используется континуальная модель, полученная в рамках лагранжева формализма с применением теории калибровочных полей. Согласно данной модели, волна сдвига в упругопластическом теле с дислокациями распространяется в виде связанных волн поперечных смещений и сдвиговых компонент тензора пластической дисторсии. С помощью асимптотического метода медленно меняющейся амплитуды и дисперсионных соотношений рассматриваемой волны находятся аналитические выражения для коэффициентов отражения и преломления при различных граничных условиях в случае нормального падения первичной волны. Рассчитываются частотные зависимости коэффициентов Френеля на границе раздела упругопластических тел при условиях их идеального контакта, скольжения, вязкого трения и неидеального контакта. Анализируется влияние упругих параметров модели и параметров дислокационного континуума на процессы прохождения волн сдвига через границы раздела упругопластических тел при указанных граничных условиях.

24.01-01.78 Прецизионное измерение групповой скорости ультразвука твердых сред в образцах миллимет-

ровой толщины. *Макалкин Д.И., Карбутов А.А., Саватеева Е.В. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 685-694. Рус.

Предлагается методика высокоточного локального измерения групповой скорости продольных волн в твердых образцах миллиметровой толщины. Для достижения требуемой точности используется лазерное термооптическое возбуждение субмикросекундных ультразвуковых видеоимпульсов и сверхширокополосная пьезоэлектрическая регистрация отраженных от контролируемого образца акустических сигналов. Исследуются плоскопараллельные образцы из дюралю, кварца и стали толщиной 2–6 мм. Для достижения необходимой точности измерения групповой скорости ультразвука используется математическая обработка формы сигнала с компенсацией дифракции ультразвукового пучка при распространении в образце. Показана возможность обеспечения неопределенности измерения групповой скорости ультразвука в диапазоне частот 1–15 МГц на уровне 0.1% в образцах миллиметровой толщины.

См. также **24.01-01.76**

Акустическая кавитация, сонолюминесценция

См. **24.01-01.75**

Ультразвуковая релаксация в газах, жидкостях и твердых телах

24.01-01.79 Ослабление спин-фононной связи квадрупольных ядер в кристаллах NaF в условиях магнитного насыщения. *Микушев В.М., Рочев А.М., Чарная Е.В. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 695-701. Рус.

Скорость ядерной спин-решеточной релаксации определяется эффективностью взаимодействия тепловых фононов с ядерными спинами. Представлены результаты по снижению эффективности спин-фононной связи путем подавления вклада парамагнитных центров в релаксацию квадрупольных ядер. Подавление достигалось стационарным магнитным воздействием ларморовской частоты. Показано, что, как и в случае присутствия акустического поля, скорость спин-решеточной релаксации ядер ^{23}Na в кристалле фторида натрия при магнитном насыщении сигнала ЯМР не меняется в области отрицательной средней спиновой температуры. В области положительной спиновой температуры релаксация спинов ^{23}Na существенно замедляется, при этом восстановление ядерной намагниченности со временем описывается суммой двух экспонент. По мере увеличения интенсивности насыщающего поля растет вклад ядерных спинов с меньшей эффективностью спин-фононной связи, соответствующих экспоненте с большим временем релаксации. Продемонстрировано, что для ядер ^{19}F , не имеющих квадрупольного момента, эффективность спин-фононной связи не изменяется в условии насыщения. Полученные результаты могут быть использованы для исследования структуры реальных кристаллов.

24.01-01.80 Влияние высокоинтенсивного ультразвукового поля на эффективность коагуляции капель тумана. *Доровских Р.С., Пужайкина А.Е., Тертишников П.П., Нестеров В.А., Шалунов А.В. Известия Томского политехнического университета.* 2023. 334, № 11, с. 230-243. Рус.

Актуальность исследования обусловлена острой необходимостью борьбы с туманами с целью предотвращения ограниченной видимости и формирования улучшенных метеорологических условий. Воздействие на газодисперсные системы механическими колебаниями ультразвуковой частоты можно рассматривать как наиболее эффективный способ борьбы с образованием туманов. Однако акустический способ не нашел промышленного применения для разрушения туманов в основном из-за отсутствия эффективных источников акустического воздействия. Поэтому необходимо создание излучателей более вы-

сокой мощности, обеспечивающих значительно большую дальность излучения с уровнем звукового давления не менее 140 дБ и исследование их функциональных возможностей. Цель: определение эффективности разрушения туманов за счет применения ультразвуковых колебаний, генерируемых разработанными ультразвуковыми излучателями; выявление наиболее перспективной конструкции ультразвукового оборудования, обеспечивающего эффективное разрушение туманов на открытой местности. Объекты: процесс объединения капель тумана под ультразвуковым воздействием с помощью специально разработанных ультразвуковых излучателей для газовых сред четырех типов. Методы: экспериментальный метод исследования процесса объединения капель тумана под воздействием ультразвуковых колебаний и их гравитационное осаждение. Для определения характеристик аэрозоля (водность и дисперсный состав) при проведении экспериментальных исследований использован измеритель ТИПАС-1, основанный на методе малоуглового рассеяния и методе спектральной прозрачности. Результаты. Установлена и показана эффективность ультразвукового воздействия на туманы, а также возможность его использования для разрушения туманов на открытой местности. Показано, что все разработанные дисковые ультразвуковые излучатели способны формировать уровень звукового давления в пределах 140–145 дБ при частоте воздействия $22 \pm 2,0$ кГц. Достигается сокращение времени естественного разрушения тумана в аэрозольной камере до 11,5 раз. Основываясь на полученных результатах, установлено, что необходимо использовать более мощные дисковые излучатели, поскольку они позволяют в значительной мере сокращать время разрушения туманов и увеличивать озвучиваемые одновременно объемы. Установлено, что минимальное время установления требуемой метрологической дальности видимости обеспечивается при помощи направленного излучателя со ступенчато-переменной поверхностью, формирующей плоскую волну.

Фононы в кристаллической решетке, квантовая акустика

См. 24.01-01.79

Акустика вязкоупругих материалов

24.01-01.81 Лазерная виброметрия сдвиговых волн в слое гелеобразной среды. Асфандияров Ш.А., Агафонов А.А., Коробов А.И., Андреев В.Г. Акустический журнал. 2023. 69, № 6, с. 792-799. Рус.

С помощью лазерного сканирующего вибрметра измерены амплитуды и фазы колебательной скорости сдвиговых волн, возбуждаемых одномерным источником в виде узкого прямоугольного бруска в гелеобразной среде. Измерялись колебания 26 пластинок, отражающих лазерный луч и расположенных внутри оптически прозрачного фантома вдоль отрезка длиной 84,5 мм на расстоянии 20 мм от источника. В непрерывном режиме измерены угловые распределения амплитуды и фазы сдвиговых волн на дискретных частотах от 59 до 500 Гц. В импульсном режиме вибратор возбуждал в среде импульс длительностью 1,5 периода частоты 300 Гц. Амплитуды и фазы сдвиговых волн вычислялись путем быстрого преобразования Фурье временного профиля скорости колебаний пластинок длительностью 50 мс. Угловые распределения амплитуды, измеренные в импульсном и непрерывном режимах, качественно совпадают. На всех частотах распределения симметричны по отношению к вертикальной оси. Максимум амплитуды колебаний наблюдается при углах, близких к $\pm 45^\circ$. Скорость сдвиговых волн, рассчитанная по измеренным фазовым распределениям, возрастает от 2 до 2,5 м/с при изменении частоты от 50 до 500 Гц. Показано, что такое поведение скорости хорошо описывается релаксационной моделью среды с одним временем релаксации, равным 0,3 мс. Затухание сдвиговой волны зависит от частоты и превышает 1 см^{-1} для волн с частотами более 250 Гц. Максимум затухания на длину волны наблюдается вблизи частоты релаксации среды в диапазоне 300–400 Гц. Полученные результаты могут быть использованы при оптимизации устройств для измерения упругости мягких тканей.

Наноакустика, акустика тонких пленок и капель с наночастицами

24.01-01.82 Компоненты импакта капли: генерация капиллярных волн и пузырей. Ильиных А.Ю. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 205-208. Рус.

Рассматриваются механизмы генерации волн капиллярного масштаба на базовых компонентах течений (собственно капля, каверна, венец, всплеск, поверхность принимающей жидкости), возникающих у поверхности глубокой жидкости при погружении в нее свободно падающей капли в режимах интрузии и всплеска, а также механизмы генерации в принимающей жидкости групп пузырей различной дисперсности. Эволюция картины переноса вещества капли в принимающую жидкость исследована методами фото- и высокоскоростной видеорегистрации с учетом собственных масштабов задачи в широком диапазоне параметров.

Поверхностные волны в твердых телах и жидкостях

24.01-01.83 Рассеяние волны Рэлея на приповерхностном включении в упругом полупространстве. Лебедев А.В., Манаков С.А., Дубовой Д.В. Известия вузов. Радиофизика. 2023. 66, № 5-6, с. 483-504. Рус.

Рассматривается задача рассеяния волны Рэлея на включении малых волновых размеров в виде сплюснутого эллипсоида, расположенного под свободной поверхностью упругого изотропного полупространства. Материальные параметры заполнения включения могут иметь произвольный контраст по отношению к материальным параметрам вмещающей неоднородности упругой среды. Решение задачи построено на основе формализма функций Грина силового источника в полупространстве и теоремы взаимности для упругой среды. Приведенные примеры демонстрируют возможность диагностики наличия полости, а также оценки ее размеров и ориентации по анализу особенностей распределения амплитуд проекций вектора смещения в рассеянном поле.

Акустоэлектроника

24.01-01.84 Акустоэлектроника и акустооптика в гидроакустике. Григорьев Л.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 31-36. Рус.

Рассмотрены варианты применения компонентов функциональной электроники (акустоэлектроники) и функциональной фотоники (акустооптики) в системах обработки гидроакустической информации.

24.01-01.85 Современные методы интенсивности для оценки акустического загрязнения среды. Винокуров Д.Л. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 467-471. Рус.

Рассмотрены физические основы и принципы измерения акустической интенсивности. Проведен анализ методов акустической интенсивности. Обсуждены требования к измерительной аппаратуре при измерениях акустической интенсивности. Рассмотрены особенности векторных и оптоволоконных приемников звука, делающие их перспективными для применения в интенсивностных измерениях.

24.01-01.86 Уравнения нелинейной диффузии (Бюргерса) и квазиоптики. Проективное и линзовое преобразование. Гурбатов С.Н. Известия вузов. Радиофизика. 2023. 66, № 5-6, с. 368-380. Рус.

Обсуждаются общие свойства и различия точного решения уравнения Бюргерса (решения Хопфа—Коула) и асимптотического решения параболического уравнения квазиоптики (приближения геометрической оптики). Показано, как применение модифицированного линзового преобразования (преобразова-

ния Таланова) позволяет рассмотреть ряд задач о нелинейном взаимодействии интенсивных акустических волн с существенно разными временными масштабами.

24.01-01.87 Электрокинетический акустический ретранслятор, находящийся в постоянном электрическом поле. *Шарфарец В.П., Дмитриев С.П., Курочкин В.Е. Журнал технической физики.* 2024. 94, № 1, с. 151-155. Рус.

Показано, что вследствие наличия в электрокинетическом акустоэлектрическом преобразователе одновременно электроосмоса и обратного ему электрокинетического явления — потенциала течения, в преобразователе при приложении постоянного электрического поля (напряжения накачки) в процессе приема акустического сигнала возникает возможность ретрансляции исходного внешнего акустического поля. Приведены необходимые теоретические обоснования этого явления. Представлены данные натурального эксперимента, подтверждающие теорию, приведена подробная схема натурального эксперимента, а также перечислены необходимые приборы, задействованные в нем. Ключевые слова: электрокинетические явления, электрокинетический ретранслятор, электроакустическое и акустоэлектрическое преобразования, электроосмос, потенциал течения, накачка энергии.

24.01-01.88 Взаимодействие магнанных бозе конденсатов в пленках железо-иттриевого граната через акустическую связь. *Князев Г.А., Кузмичев А.Н., Петров П.Е., Ветошко П.М., Белотелов В.И., Буньков Ю.М. Письма в ЖЭТФ.* 2023. 118, № 8, с. 615-619. Рус.

10.31857/S1234567823200119.

24.01-01.89 Влияние ультразвуковых волн на возникновение разряда в жидкости. *Барышников А.С., Груздков А.А., Захаров М.А. Письма в Журнал технической физики.* 2023. 49, № 24, с. 70-72. Рус.

Получено уравнение, аналогичное уравнению Рэлея, описывающее колебание одиночного пузырька малого размера в жидкости с учетом сжимаемости жидкости при воздействии на него звуковой волны. Расчеты динамики пузырька показывают, что возможны два результата такого воздействия: схождение пузырька или его резкое расширение в зависимости от частоты звуковой волны. Изменение поведения происходит скачкообразно при небольшом изменении частоты. Теоретически это может приводить к неожиданным физическим эффектам, например к образованию высокотемпературного ионизованного газа, что в электрическом поле вызывает появление разряда. Ключевые слова: пузырек в жидкости, ультразвук, кавитация, резонанс, электрический разряд.

См. также **24.01-01.42**

Акустические явления в метаматериалах

24.01-01.90 Моделирование акустических процессов взаимодействия ячеек звукопоглощающих конструкций авиационных двигателей. *Писарев П.В., Паньков А.А., Аношкин А.Н., Ахунзянова К.А. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 745-755. Рус.

Разработаны физические и математические численные модели для прогнозирования эффективных акустических свойств звукопоглощающих сотовых конструкций при уровнях звукового давления 100 и 130 дБ при нормальном падении звуковой волны. Исследованы коэффициенты звукопоглощения и закономерности акустических взаимодействий ячеек, установленных на торце цилиндрического канала при нормальном падении на них звуковых волн, с использованием численного математического и физического моделирования. Дана оценка эффективности звукопоглощения одиночных и групп резонаторов различных форм и размеров, выявлены уникальные сочетания ячеек в группах с учетом их акустических взаимодействий. Представительные образцы фрагментов звукопоглощающих конструкций изготовлены методом 3D-печати, лабораторные испытания образцов проведены с использованием интерферометра с нормальным падением звуковой волны на ячейки при уровне звукового давления 130 дБ.

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

24.01-01.91 Особенности оптоакустического возбуждения и распространения пластинчатых волн в тонкостенных объектах. *Баев А.Р., Метьюковец А.И., Майоров А.Л., Асадчая М.В., Воробей А.В. Приборы и методы измерений.* 2023. 14, № 4, с. 233-241. Рус.

Повышение эффективности неразрушающего контроля пластинчатых материалов с однослойной и двухслойной структурой является актуальной научно-технической задачей. Цель работы заключалась в исследовании особенностей возбуждения и приема пластинчатых волн (ПВ) в однослойных и двухслойных материалах импульсным лазерным излучением (ЛИ) применительно к обнаружению в них трещин и оценки толщины слоев при одностороннем прозвучивании. Разработана методика и проведены экспериментальные исследования влияния перемещения области лазерной генерации ПВ по поверхности дюралевых образцов относительно имитатора трещины разной глубины с последующим приемом сигнала под характерным углом наклоном β_1 . Установлено существенное изменение структуры волнового фронта при локализации зоны движущегося источника волн в окрестности имитатора трещины, сопровождающееся изменением отношения экстремальных значений амплитуд принимаемой асимметричной моды A^{extr} до 14—15 дБ. При приеме же симметричной s_0 моды величина A^{extr} не превышает 3—4 дБ. Дана трактовка этому эффекту. Предложена и разработана методика и схема толщинметрии двухслойных материалов с металлизированным покрытием и нематаллическим основанием (стеклотекстолит), где в качестве примера использованы образцы с медным покрытием и основой из стеклотекстолита разной толщины. В данном случае в качестве информативного параметра используется скорость или время распространения ПВ, между двумя малоапертурными (ненаправленными) преобразователями. При этом оцененная чувствительность измеряемой схемы к изменению толщины металлического покрытия составляет 0,5 мкм, а основы — более чем в 2 раза хуже.

24.01-01.92 Метод расчета оптоакустического сигнала в слоистой структуре с помощью сверточной нейронной сети. *Кравчук Д.А., Чернов Н.Н. Прикладная физика.* 2023, № 5, с. 22-25. Рус.

Проведено моделирование формирования оптоакустического сигнала при распространении в образце жидкости содержащей неоднородные слои. Слоистая структура представлена в виде n слоев в которых происходит формирование акустического сигнала в результате оптоакустического эффекта. Полученные значения акустических давлений в слоях на основе разработанной нейронной сети с глубоким обучением позволяют восстановить изображения ткани, в которой происходило оптоакустическое взаимодействие. Используемая нейронная сеть с глубоким обучением обладает уникальными преимуществами, которые могут облегчить клиническое применение оптоакустического метода, снизить время вычислений и адаптировать к любой конкретной задаче. Ключевые слова: оптоакустический эффект, акустический сигнал, нейросеть, лазер.

24.01-01.93 Улучшение оптоакустических изображений биотканей методом одномерной обратной свертки с адаптивной самокалибровкой в реальном времени. *Тиманин Е.М., Михайлова И.С., Фикс И.И., Курников А.А., Ковальчук А.В., Орлова А.Г., Угарова О.А., Frenz M., Jaeger M., Субочев П.В. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 800-807. Рус.

Предложен метод одномерной деконволюции с использованием регуляризации Тихонова для улучшения трехмерных оптоакустических изображений *in vivo*. Метод использует адаптивную самокалибровку для устранения частотно-зависимых искажений, связанных с распространением и регистрацией ультразвука. Адаптируясь к неоднородным частотным характеристикам исследуемой среды, метод не требует дополнительных калибровочных экспериментов. Время обработки трехмерных оптоакустических данных размером $200 \times 200 \times 100$ вокселей

лей составляет менее 5 мс, позволяя улучшать ангиографические изображения в режиме реального времени и повышать эффективное пространственное разрешение на более чем 50%.

24.01-01.94 Восстановление по требованию волновой формы мессбауэровского гамма-фотона посредством задержанной акустически индуцированной прозрачности. *Хайрулин И.Р., Радионьчев Е.В. Письма в ЖЭТФ.* 2023. 118, № 12, с. 928-937. Рус.

DOI: 10.31857/S1234567823240102.

См. также **24.01-01.81, 24.01-01.84**

Термоакустика, высокотемпературная акустика, фотоакустический эффект

24.01-01.95 Физические механизмы вибрационного горения твердого биотоплива. *Гешеле В.Д., Раскатов И.П. Инженерно-физический журнал.* 2023. 96, № 5, с. 1180-1185. Рус.

Представлены результаты исследования вибрационного горения твердого биотоплива. Установлено, что при переходе к вибрационному горению температура пламени снижается, а плотность теплового потока на стенке камеры сгорания растет. При этом процесс горения сопровождается интенсивным акустическим излучением. Предложена теоретическая модель вибрационного горения твердого биотоплива. Ключевые слова: вибрационное горение, твердое биотопливо, термоакустические автоколебания, пламя, тепловой поток.

24.01-01.96 Физические механизмы схлопывания парового пузыря при лазерно-индуцированном кипении. *Косяков В.А., Фурсенко Р.В., Минаев С.С., Чудновский В.М. Прикладная механика и техническая физика.* 2023. 64, № 6, с. 109-113. Рус.

Численно исследовано влияние различных физических механизмов на стадии схлопывания парового пузыря и последующего образования кумулятивной струи в процессе лазерно-индуцированного кипения вблизи торца тонкого волновода, погруженного в холодную жидкость. В зависимости от интенсивности испарения выделено и описано три режима процесса.

См. также **24.01-01.61, 24.01-01.78**

Другие физические эффекты в акустических полях

См. **24.01-01.81**

Химические процессы и фазовые переходы при воздействии ультразвука

24.01-01.97 О пределе удельной межфазной поверхности пузырьков на основе изображений (на примере процесса аэрации с применением ультразвука). *Голья Р.Н., Барсуков А.Р. Южно-Сибирский научный вестник.* 2023, № 6, с. 60-64. Рус.

Исследован процесс увеличения межфазной поверхности при использовании ультразвуковых колебаний в режиме кавитации в условиях принудительной аэрации. Предложен алгоритм обработки изображений межфазной поверхности для определения её удельной площади. Разработанный метод обработки изображений обеспечивает точность определения удельной межфазной поверхности, связанную с растеризацией изображения, не превышающую 6%. Эта погрешность значительно меньше влияния ультразвуковых воздействий. В результате анализа изображений установлено, что ультразвук способствует увеличению межфазной поверхности более чем в 3 раза. Ключевые слова: ультразвук, удельная межфазная поверхность, аэрация, обработка изображений.

Источники ультра- и гиперзвука, аппаратура и методы измерений

24.01-01.98 Визуализация ультразвуковых излучателей методом обращения сигнала во времени в модели динамики частиц. *Суванов Д.Я., Кузовова А.Е. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 778-791. Рус.

Предлагается метод решения обратной задачи восстановления источников акустических волн по измерениям поля на некоторой поверхности на основе обращения волнового фронта в методе динамики частиц. В этом методе рассматриваемая среда представляется в виде совокупности взаимодействующих частиц (материальных точек или твердых тел), для которых записываются классические уравнения движения. В работе рассматривается представление среды в виде множества частиц в кубической объемно-центрированной кристаллической решетке. Рассматривается случай линейной зависимости силы притяжения частиц от расстояния. Преимуществом такого подхода является возможность учета распространения волн в произвольно неоднородных средах в рамках единой численной модели. Численно и экспериментально показана возможность визуализации двух сферических источников акустических волн в воде за преградой, несмотря на наличие поперечных волн в рассматриваемой модели твердого тела; их влияние пренебрежимо мало в рассматриваемом случае. Проведена экспериментальная проверка предложенного метода на звуконепроницаемом экране с отверстием, имитирующем звукоизлучающий объект сложной формы. Через отверстие проходит волна от точечного источника коротких импульсов. С помощью приемного акустического сенсора, установленного на двухкоординатном сканере, было измерено пространственно-временное распределение звуковых колебаний на поверхности воды. При обработке данных путем обращения волнового фронта в модели частиц, было восстановлено изображение отверстия в звуконепроницаемом экране.

Ультразвук в неразрушающем контроле, промышленных технологиях и изделиях

24.01-01.99 Ультразвуковой контроль осей трамвайных вагонов дефектоскопом УД2-102 «ПЕЛЕНГ». *Синица А.Н., Куликов В.П., Синица М.А. Вестн. Белор.-Рос. ун-в.* 2023, № 4, с. 153-160. Рус.

Рассмотрены особенности ультразвукового контроля осей трамвайных вагонов без демонтажа и разборки колесной пары. Приведены результаты расчета механических напряжений оси трамвайного вагона при трогании вагона с места. Установлены наиболее нагруженные участки оси. По результатам расчетов разработана технология ультразвукового контроля осей трамвайных вагонов и даны основные параметры.

24.01-01.100 Повышение эффективности сушки целлюлозы ультразвуковым воздействием. *Хмелев В.Н., Шалунов А.В., Терентьев С.А., Нестеров В.А. Известия Томского политехнического университета.* 2023. 334, № 11, с. 167-176. Рус.

Актуальность исследования обусловлена тем, что существенная часть возобновляемых и ископаемых энергоресурсов расходуется на выработку тепла и электроэнергии, необходимых для реализации процесса сушки. При этом сушка целлюлозы в силу многотоннажности производств является одним из существенных потребителей энергоресурсов. Одним из способов снижения энергетических затрат на процесс сушки является воздействие ультразвуковыми колебаниями. Практически отсутствуют исследования по ультразвуковому воздействию во время сушки целлюлозы. Поэтому необходимо рассмотреть возможные варианты бесконтактного ультразвукового воздействия при конвективной сушке древесной целлюлозы. Цель: выявление наиболее рациональных вариантов размещения высушиваемого материала с учетом направления воздействия ультразвуковых колебаний и потока теплого воздуха относительно слоев высушиваемого материала при различных температурах. Объекты: процесс бесконтактного ультразвукового воздействия на древесную целлюлозу. Методы. Для определения распределения амплитуд колебаний дискового излучателя использовалась математическое моделирование на основе метода конечных элементов. В экспериментальной части исследован влагосодержание материала определялось весовым ме-

тодом с использованием поверенных технических средств. Результаты. При параллельном направлении ультразвуковых колебаний относительно тонких слоев целлюлозы показано сокращение времени сушки в 2,5 раза при уровне звукового давления 162 ± 3 дБ и температуре сушильного агента 60°C . Выявлено, что снижение температуры сушильного агента позволяет повысить относительную эффективность ультразвукового воздействия. Оценка энергетической эффективности показала, что применение ультразвукового воздействия приводит к уменьшению затраченной на сушку электроэнергии в 2,3 раза по срав-

нению только с конвективной сушкой при прочих равных условиях. Проведенные исследования подтвердили эффективность ультразвукового способа сушки для промышленного применения и позволили рекомендовать варианты наиболее рационального размещения высушиваемого материала при проектировании конструкций сушильных камер. Ключевые слова: сушка, целлюлоза, ультразвук, дисковый излучатель, уровень звукового давления.

См. также **24.01-01.54**, **24.01-01.78**, **24.01-01.89**, **24.01-01.98**

Акустика океана, гидроакустика

См. **24.01-01.3К**

Акустика мелкого моря

24.01-01.101 Наводнения Невы как комплексная научная проблема. *Малова Т.И., Родионов А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 56-61. Рус.

Изучение исторических наводнений Невы, в том числе до и после постройки Комплекса защитных сооружений, вековое закрепление нулей отсчета высот и глубин и прогноз изменения уровней акваторий — комплексная научная проблема, решение которой представляет практический интерес не только для Санкт-Петербурга, но и для всего арктического побережья. Одним из вариантов решения было создание глубинных скважинных реперных постов (ГСРП) или систем (ГСРС) в пределах Ленинградского (Санкт-Петербургского) геодинамического полигона. Каждая из трех ГСРС включает четыре репера: один заложен на глубину грунтовых вод, два — над водоносными горизонтами, один — в кристаллический фундамент. Модернизация ранее отработанного эстонского проекта позволила довести точность наблюдений на ГСРС до уровня точности нивелирования I класса. Эффективность ГСРС была подтверждена в ходе откочки вододоводного горизонта в Шепелево, что позволило выявить нестабильность типовых фундаментальных реперов I класса. Методические решения, отработанные на геодинамическом полигоне, должны быть внедрены в Арктике.

24.01-01.102 Современное состояние и перспективы развития зарубежных безкипажных надводных кораблей. *Ясников А.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 125-128. Рус.

Повышение мирового интереса к изучению морских глубин и мелководных участков в коммерческих, научных и военных целях вызвало соответствующую потребность в развитии безкипажных надводных кораблей. Рассматриваются последние разработки в области развития безкипажных надводных кораблей, предоставляющие конкурентные преимущества странам, вовлеченным в данный процесс.

24.01-01.103 Пространственная структура бароклинных течений на северо-восточном шельфе о. Сахалин (негидростатическое численное моделирование). *Куркин А.А., Куркина О.Е., Рувинская Е.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 214-217. Рус.

Представлены результаты численного моделирования динамики внутренних волн на северо-восточном шельфе о. Сахалин при генерирующем воздействии баротропного прилива с использованием параметризованных функций рельефа дна и стратификации плотности из климатических атласов. Показано, что бароклинная компонента вносит существенный вклад в поле течений и имеет сложную пространственную структуру. Выделено несколько режимов трансформации длинных волн, получены оценки амплитуд как волн бароклинного прилива, так и короткопериодных внутренних волн, генерируемых на их

фронтах.

24.01-01.104 Исследование кинематики потока стратифицированной жидкости над поперечно неоднородным дном. *Шишкина О.Д. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 218-221. Рус.

На основе данных натурных измерений и дистанционного зондирования параметров вдольбереговых течений в различных зонах акватории Каспийского моря определены критические параметры процесса интенсивного взаимодействия потока стратифицированной жидкости с твердым поперечно неоднородным дном ступенчатого типа.

24.01-01.105 Параметризация приливного (волна M2) диапикнического перемешивания при моделировании регионального климата моря Лаптевых в летний период. *Софьина Е.В., Каган Б.А., Тимофеев А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 226-228. Рус.

Предлагается способ учета, индуцируемого внутренними приливными волнами диапикнического перемешивания, основанный на модельных оценках диссипации бароклинного прилива. Для воспроизведения динамики и энергетики бароклинного прилива (волна M2) в море Лаптевых привлекается трехмерная гидростатическая модель высокого разрешения. Нескорректированный и скорректированный (за счет приливной диапикнической диффузии) коэффициенты вертикального турбулентного перемешивания отличаются друг от друга на несколько порядков величины в локальных областях с выраженной приливной динамикой и изрезанным рельефом дна. Можно ожидать, что вклад эффектов внутренних приливных волн в формирование климата моря Лаптевых будет значимым наряду с другими климатообразующими факторами.

24.01-01.106 О средних потерях низкочастотного звука при распространении в двумерном волноводе со случайным дном и шероховатой проницаемой донной границей. *Гулин О.Э., Яроцук И.О. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 241-244. Рус.

Для низкочастотного звукового сигнала, распространяющегося в двумерно-неоднородном мелководном волноводе, на основе статистического моделирования и локально-модового подхода рассмотрено влияние случайной батиметрии (флуктуирующей донной границы). Исследование проведено для условий мелкого моря, соответствующих прибрежным волноводам арктических морей. Особенностью здесь является присутствие почти однородного водного слоя при разнообразных характеристиках донных осадков. Для описания последних принята модель случайного импеданса. Для условий сильно пропускающей в среднем донной границы расчеты прогнозируют весьма слабое влияние флуктуаций батиметрии на среднюю интенсивность звука.

24.01-01.107 Судовой поляризационный лидар ПЛД-1 и некоторые результаты его применения в прибрежных районах Черного моря. *Глухов В.А., Гольдин Ю.А., Родионов М.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 258-261. Рус.

Представлены результаты применения лидарного зондирования с борта судна с использованием поляризованного лидара ПЛД-1 в прибрежных районах Черного моря. Общее время проведения лидарной съемки составило около 50 ч. Собран большой массив данных. Обработка данных проведена с использованием аппроксимационного метода. В ряде случаев выявлено изменение положения границы между слоями, отличающимися по гидрооптическим характеристикам. Эта граница приурочена к глубине залегания пикноклина. Наблюдение за изменениями положения границы с течением времени позволило зарегистрировать квазипериодические колебания. Амплитуда и период этих колебаний по своим значениям близки к характеристикам короткопериодных внутренних волн, наиболее часто наблюдаемых в шельфовой зоне Черного моря.

24.01-01.108 Волнограф для мониторинга гидроусловий на прибрежной акватории. Волощенко Е.В., Тарасов С.П. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 262-265. Рус.

Рассмотрены физические принципы функционирования волнографа, применение которого обеспечивает измерение параметров как поверхностного ветрового волнения, так и скоростей течений в слоистой водной среде. В волнографе предложено использовать донное приемоизлучающее антенное устройство (ПАУ), статически сформированные парциальные лепестки результирующей ХН, которого равномерно квантованы по k телесным секторам в верхней полусфере, причем, за счет эффектов нелинейной акустики возможна их индивидуальная частотная окраска.

24.01-01.109 Резонансные явления в клиновидном волноводе и их верификация в инфразвуковом диапазоне частот. Касаткин Б.А., Касаткин С.Б. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 277-281. Рус.

Выполнено экспериментальное исследование звуковых полей в скалярно-векторном описании, создаваемых движущимся источником. Для обнаружения малошумного источника на фоне шумов ближнего судоходства использована вертикальная антенна, оснащенная комбинированными приемниками (КП), помехоустойчивость которых существенно увеличена использованием алгоритмов обработки по полному набору информативных параметров, характеризующих скалярно-векторную структуру звукового поля. В диапазоне частот, больших первой критической частоты модельного волновода, выполнен спектральный анализ потоков мощности в каналах комбинированного приемника. По результатам спектрального анализа определен набор резонансных частот волновода переменной глубины, возбуждаемых дискретными составляющими вально-лопастного звукоряда шумового источника. Большая часть обнаруженных резонансов хорошо соответствуют обобщенному решению, построенному в рамках несамосопряженной модельной постановки.

24.01-01.110 Модельные решения граничных задач и их верификация в мелком море в инфразвуковом диапазоне частот. Касаткин Б.А., Злобина Н.В., Касаткин С.Б. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 282-286. Рус.

Получено обобщенное решение граничной задачи для волновода типа жидкий слой—твёрдое полупространство в несамосопряженной модельной постановке в диапазоне частот, меньших первой критической частоты модельного волновода. Отмечены принципиальные отличия обобщенного решения от классического решения, полученного в самосопряженной модельной постановке. Выполнено экспериментальное исследование звуковых полей в скалярно — векторном описании, создаваемых движущимся шумовым источником. Выполнена верификация модельных решений граничной задачи, обобщенного и классического, путём сравнения параметров вертикальной структуры скалярно-векторных звуковых полей и вихревой структуры векторных полей с экспериментальными данными. Экспериментальные данные однозначно подтверждают предпочтитель-

ность обобщенного решения.

24.01-01.111 Определение характеристик рассеяния крупномасштабных моделей в мелководных акваториях. Кутузов Н.А., Витальский А.В., Костеев Д.А., Потапов О.А., Разумов Д.Д., Родионов А.А., Салин М.Б., Стуленков А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 290-295. Рус.

Работа посвящена развитию методов определения уровня звука отраженного, от крупных объектов при проведении измерений в мелководных акваториях, когда реверберационная помеха сильно влияет на точность и, в принципе, на возможность проведения таких измерений. Предложен алгоритм, который позволяет оптимально фокусировать линейную антенну на рассеиватель, подавляя посторонние отражения. Дополнительно сравнивается эффективность применения простых и частотно модулированных импульсов. Проведены испытания в диапазоне частот единиц килогерц на мелководной акватории глубиной 20 м.

24.01-01.112 Оценка эффективности различных алгоритмов обнаружения низкочастотных гидроакустических сигналов в мелком море. Кравченко В.Н., Мазнев Ю.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 296-300. Рус.

С использованием статистического моделирования получены оценки эффективности различных алгоритмов обнаружения низкочастотных гидроакустических сигналов для шумопеленгационной системы, функционирующей в мелком море, характеризующегося многомодовым распространением сигналов. Рассматривается зависимость отношения сигнал/шум от используемых алгоритмов обработки сигналов, отличающихся степенью согласования со средой распространения и вычислительными затратами.

24.01-01.113 Оценка фазовых скоростей нормальных волн в мелком море по шумам судоходства с помощью линейной фазированной антенной решетки. Мазнев Ю.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 301-304. Рус.

Предложен способ получения оценок фазовых скоростей нормальных волн по шуму, излучаемому рыболовными, транспортными и пассажирскими судами. Обоснована необходимость использования линейной фазированной антенной решетки. Показано, что для получения оценок фазовых скоростей необходимо знать, либо оценивать координаты судна. Использован шум на частотах, соответствующих дискретным составляющим в спектре шума от судов, что обеспечивает большое значение c/λ . Данный способ апробирован на экспериментальных данных. Проведено сравнение оценок фазовых скоростей, полученных по предложенному и импульсному методам.

24.01-01.114 Синтез оптимального алгоритма пространственной обработки случайного волнового пакета, принимаемого на низкочастотную антенну в мелком море. Кравченко В.Н., Мазнев Ю.В., Трофимов А.Т. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 305-308. Рус.

Статья посвящена синтезу оптимального алгоритма пространственной обработки низкочастотных гидроакустических сигналов, принимаемых на антенну в мелком море. Принимаемые сигналы описываются как случайные волновые пакеты. Показано, что оптимальный алгоритм, напрямую проистекающий из логарифма отношения правдоподобия, основан на Винеровской фильтрации. Получены асимптотически оптимальные приближения, позволяющие сократить вычислительные затраты.

24.01-01.115 О влиянии геометрии системы акустического мониторинга мелкого моря на устойчивость решения при наличии подводных течений. Кравченко В.Н. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023,

с. 309-312. Рус.

Статья посвящена синтезу оптимального алгоритма пространственной обработки низкочастотных гидроакустических сигналов, принимаемых на антенну в мелком море. Принимаемые сигналы описываются как случайные волновые пакеты. Показано, что оптимальный алгоритм, напрямую проистекающий из логарифма отношения правдоподобия, основан на Винеровской фильтрации. Получены асимптотически оптимальные приближения, позволяющие сократить вычислительные затраты.

24.01-01.116 Влияние ветрового волнения и динамического шума на характеристики горизонтальной антенной решётки в мелком море. *Бурдуковская В.Г., Равевский М.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 321-324. Рус.

Исследуется влияние корреляционных характеристик шума, генерируемого ветровыми источниками, на эффективность пространственной обработки сигналов, принимаемых горизонтальной антенной решеткой в океанических волноводах со взволнованной поверхностью. Проанализирован коэффициент усиления антенны при различных способах пространственной обработки сигнала. Приведены результаты численного моделирования для гидрологических условий Баренцева моря в зимний период. Проводится сравнение коэффициентов усиления антенны, рассчитанных с использованием модели ветрового шума и традиционной модели шума, некоррелированного на ее элементах.

24.01-01.117 Определение состояния поверхности моря на основе акустического обратного рассеяния в среднем диапазоне частот. *Ермошкин А.В., Капустин И.А., Костеев Д.А., Мольков А.А., Пономаренко А.А., Разумов Д.Д., Салин М.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 325-328. Рус.

В ходе двухнедельного эксперимента по дистанционному зондированию моря и измерениями контактными средствами на океанографической платформе на северном шельфе Черного моря изучались тональные импульсы среднего диапазона частот 1–3 кГц и измерялись характеристики волнения с помощью волнографического буя. Изучались особенности Доплеровского спектра обратного рассеяния звука в зависимости от состояния моря. С помощью алгоритма, основанного на решающих деревьях и метода повышения градиента, была натренирована модель, способная предсказывать значимую высоту и направление волн по признакам спектра обратного рассеяния.

24.01-01.118 Анализ результатов прямых и косвенных измерений in situ скорости распространения звука в морской воде отечественным гидрологическим зондом типа «ОЛД-1» и измерителем скорости звука miniSVP фирмы Valeport. *Миرونчук А.Ф., Румянцев К.А., Светличный А.С. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 410-413. Рус.

Представлены результаты сравнительного анализа профилей скорости звука, полученных в ходе вертикального зондирования измерителем скорости звука (ИСЗ) miniSVP фирмы «Valeport» и гидрологическим (электрическая проводимость, температура, давление, скорость звука) зондом типа «ОЛД-1», разработанным группой компаний «НАЕСО». Подтверждена сопоставимость метеорологических характеристик зонда типа ОЛД-1 и ИСЗ в рабочих условиях. Приведены результаты сравнения синхронных прямых и косвенных измерений скорости звука, выполненных зондом типа «ОЛД-1». Показаны преимущества наличия канала прямых измерений скорости звука в составе зонда «ОЛД-1».

24.01-01.119 Построение и исследование близости решений в L_2 двух краевых задач для модели переноса многокомпонентных взвесей в прибрежных системах. *Сидорякина В.В., Сухинов А.И. Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. 63, № 10, с. 1721-1732. Рус.*

Рассмотрены пространственно-трехмерные модели процессов транспорта взвесей в прибрежных морских системах. Данные процессы имеют ряд характерных особенностей: высокую концентрацию взвесей (например, при осуществлении дампинга грунта на дно), значительное превышение ареала распространения взвесей по отношению к глубине акватории, сложный гранулометрический (многофракционный) состав взвеси, взаимные переходы между отдельными фракциями. Для описания распространения взвесей могут быть использованы начально-краевые задачи диффузии–конвекции–реакции. Предлагается на временной сетке, построенной для исходной непрерывной начально-краевой задачи, выполнить преобразование правых частей с “запаздыванием”, чтобы для функций — концентраций взвесей, входящих в правые части уравнений задачи и не относящихся к той фракции, для которой сформулирована начально-краевая задача для уравнения диффузии–конвекции, значения этих концентраций определялись на предыдущем временном слое. Такой подход позволяет упростить последующую численную реализацию каждого из уравнений диффузии–конвекции. Кроме того, если число фракций три и более, появляется возможность на каждом временном шаге организовать независимое (параллельное) вычисление каждой из концентраций. Ранее были определены достаточные условия существования и единственности решения начально-краевой задачи транспорта взвесей, а также построена и исследована консервативная устойчивая разностная схема, которая численно реализована для модельных и реальных задач. В настоящей работе приведены результаты исследования сходимости решения преобразованной “с запаздыванием” задачи к решению исходной начально-краевой задачи транспорта взвесей. Доказано, что разности решений начально-краевых задач (исходной и преобразованной, с “запаздыванием” в функциях правых частей на временной сетке) стремятся к нулю при стремлении параметра τ (шага временной сетки) к нулю со скоростью O_τ в норме гильбертова L_2 .

24.01-01.120 Натурные исследования геометрических размеров обрушений гравитационных волн. *Кориненко А.Е., Малиновский В.В. Мор. гидрофиз. ж. 2023. 39, № 6, с. 814-830. Рус.*

Цель работы исследовать временную изменчивость геометрических размеров обрушений ветровых волн в натуральных условиях и оценить долю морской поверхности, покрытой пеной, используя распределение длин гребней обрушивающихся волн. Методы и результаты. Натурные исследования характеристик обрушений проводились со стационарной океанографической платформы, расположенной в 500 м от берега в районе поселка городского типа Кацивели (Черноморский гидрофизический подспутниковый полигон). Определение геометрических размеров обрушений в активной фазе и скоростей их движения осуществлялось по видеозаписям морской поверхности. В результате обработки последовательностей видеок кадров сформированы массивы длин гребней, ширины и площадей пенных структур, изменяющихся во времени. Одновременно с видеозаписями регистрировалась метеорологическая информация. Выводы. Экспериментально установлена не зависящая от ветровых и волновых условий связь геометрических размеров барашка с длиной обрушивающейся волны: средняя ширина обрушения пропорциональна длине обрушивающейся волны, средняя площадь — квадрату длины несущей волны. Значения этих отношений равны 0,03 и 0,002 соответственно, что подтверждает геометрическое подобие обрушений. Показано, что длина и ширина индивидуального барашка увеличиваются с постоянной скоростью, значение которой определяется масштабом обрушивающейся волны. Геометрические характеристики обрушений, нормированные на длину обрушивающейся волны, линейно зависят от безразмерного времени и не зависят от масштабов и скоростей обрушивающихся волн. Для расчета доли морской поверхности, покрытой пеной, использовалось распределение длин обрушений. Показано, что значения натуральных данных удовлетворительно согласуются с расчетами по модели, предложенной О.М. Филиппсом.

24.01-01.121 Сопоставление результатов функционирования сетцентрической системы освещения подводной обстановки в мелком море при работе в зву-

ковом и низком звуковом диапазонах частот. *Ермолаев В.И., Охрименко С.Н., Паршуков В.Н., Потапычев С.Н., Рубанов И.Л. Гидроакустика. 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.*

Приводятся результаты сопоставления модельных исследований функционирования сетцентрической системы освещения подводной обстановки в мелком море при работе в звуковом и низком звуковом диапазонах частот.

Взаимодействие звука с внутренними волнами и течениями

См. 24.01-01.106

Статистическая гидроакустика

24.01-01.122 Статистический анализ локальных экстремумов взволнованной морской поверхности на основе данных. *Пыжо Н.С., Орандаренко Е.Д., Богачев М.И. Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2023, № 5, с. 99-111. Рус.*

Введение. Обобщенное распределение экстремальных значений (Generalized Extreme Value — GEV) считается единственным возможным предельным распределением нормированных максимумов независимых и одинаково распределенных случайных величин. Традиционно выделяются 3 возможных типа распределения экстремальных значений, называемых также типами I, II и III. Отнесение случайного процесса или суперпозиции нескольких случайных процессов по виду распределения локальных максимумов к какому-либо типу, а также оценка параметров распределения может являться основанием для классификации или критерием оценки природных или техногенных процессов. При исследовании морской поверхности широко используются методы дистанционного радиолокационного зондирования, позволяющие за короткое время оценивать большие участки водной поверхности. Выделение экстремумов в изображении водной поверхности, построенном на основе отраженных сигналов, и дальнейшая оценка параметров их распределения позволяют сделать выводы о силе ветра, а также наличии зыби. Цель работы. Исследование методом математического моделирования распределения локальных максимумов взволнованной морской поверхности при различной ветроволновой обстановке. Материалы и методы. Для оценки состояния взволнованной морской поверхности использовалась оценка параметров обобщенного распределения экстремальных значений. Результаты. Построена математическая модель взволнованной морской поверхности, включающая в себя ветровое волнение и волны зыби. Показано, что распределение локальных максимумов в отсутствие зыби аппроксимируется распределением Вейбулла, т. е. относится к III типу распределения GEV, параметры которого зависят от скорости ветра, при этом зависимость от глубины практически отсутствует. При наличии волн зыби распределение локальных экстремумов относится ко II типу распределения GEV, т. е. является распределением Фреше, а его параметры зависят от угла между волнами зыби и ветровыми волнами. Заключение. На основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности использования параметров распределения локальных экстремумов для характеристик морского волнения, и в первую очередь — для прогнозирования аномальных ситуаций на море, связанных с влиянием волн зыби.

См. также 24.01-01.65

Лучевое распространение звука в океане

24.01-01.123 Границы лучевой акустики. *Лободкин И.Е., Машошин А.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 266-268. Рус.*

На основе анализа теоретических и экспериментальных результатов приведены практические рекомендации по выбору нижней частоты валидности применения для гидроакустических расчётов лучевой теории распространения сигнала под-

водного источника в различных гидроакустических условиях.

24.01-01.124 Разработка атласа вертикального распределения скорости звука Ладожского озера. *Львов К.П., Науменко М.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 414-417. Рус.*

Представлены подходы к разработке электронного атласа расчетных значений скорости звука основанные на постоянстве минерализации и районировании озера на лимнические районы I, II, ..., VI института озероведения РАН. Средняя минерализация основной водной массы Ладожского озера составляет ≈ 0.064 г/кг (2019 г.). Для расчета скорости звука использовались данные климатических (среднепогодных) натуральных наблюдений за температурой воды как функции глубины всех лимнических зон. Вычисления произведены по упрощенной формуле Чена и Миллера (1986) для озерных вод. Пользователь атласа может воспользоваться в операционной системе WINDOWS приложением с графическим интерфейсом GUI в среде МАТЛАБа. Для иллюстрации работы с атласом приведены примеры.

Подводные приложения нелинейной акустики, взрывы

24.01-01.125 Биотехнические системы на основе использования технических средств и китообразных. *Иванов М.П., Данилов Н.А., Калинов М.И., Родионов А.А., Стефанов В.Е. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 24-30. Рус.*

Рассматриваются новые решения некоторых технических проблем привлечения животных к выполнению задач двойного назначения. В первую очередь, это задачи служебного использования животных на основе новых технологий управления двигательным поведением с помощью акустической связи, реализующей применение естественных акустических сигналов коммуникации дельфинов. Создание новой технологической базы, а также модернизированного методического обеспечения является основой развития технологий лингвистического анализа акустических последовательностей и использования новых знаний при построении биотехнических комплексов.

24.01-01.126 Моделирование экстремальных волновых явлений в сплошных средах. *Казанков В.К., Холодова С.Е. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 213. Рус.*

Рассматривается задача о возможности существования особого нелинейного эффекта, возникающего в морской среде, называемого «волнами-убийцами». В работе представляется формальный аппарат, обобщающий понятие динамической системы, в котором удаётся сформулировать необходимые условия, накладываемые на систему, определяющие возникновение волны-убийцы.

24.01-01.127 Цунамиподобные явления в российских внутренних водоемах. *Диденкулова И.И., Пелиновский Е.Н. Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2009, 2, № 3, http://hydrophysics.info/?page_id=333. Рус.*

Собраны описания и упоминания о цунамиподобных явлениях в российских внутренних водоемах: реках, озерах и водохранилищах. За период в 400 лет было найдено девять событий такого рода, из которых семь можно считать достоверными. Собраный материал подтверждает существование риска возникновения цунами и цунамиподобных явлений во всех водных водоемах, а также подтверждает необходимость информирования об этом населения.

Акустика морских осадков, ледяного покрова, подводная сейсмоакустика

24.01-01.128 Влияние сжимающих усилий в ледяном покрове на генерацию изгибно-гравитационных волн. *Стурова И.В., Ткачева Л.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской кон-*

ференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 209-212. Рус.

Изучена генерация волн при движении внешней нагрузки и обтекании погруженной сферы. Движущаяся нагрузка может представлять собой обычный автомобиль, самолет на режимах взлета или посадки, а также судно на воздушной подушке. Исследовано влияние неравномерного (продольного, поперечного и сдвигового) сжатия ледяного покрова на развитие волнового движения, возникающего при мгновенном старте и последующем равномерном движении. Определены прогибы и деформации ледяного покрова, а также волновые силы. Показано существенное влияние сжимающих усилий на поведение ледяного покрова и значения волновых сил, действующих на внешнюю нагрузку, и малое влияние на волновые силы погруженной сферы.

24.01-01.129 Математическая модель движения судов в сложной ледовой обстановке. *Грамузов Е.М., Калинин Н.В., Куржин А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 462-466. Рус.

Рассмотрены этапы движения ледоколов и судов активного ледового плавания набегами в сложной ледовой обстановке, когда движение непрерывным ходом в сплошных льдах не представляется возможным. Основные этапы такого режима движения описаны дифференциальными уравнениями. Приведены решения этих уравнений. Представлена функция цели при оптимизации полного цикла движения. Проиллюстрирован расчет средней скорости движения набегами для различных судов.

24.01-01.130 Трехмерные изгибно-гравитационные волны в плавающем ледяном покрове от движущегося источника возмущений. *Маленко Ж.В., Ярошенко А.А. Прикл. мат. и мех.* 2023. 87, № 6, с. 1037-1048. Рус.

Ледяной покров моделируется тонкой упругой изотропной пластинкой, плавающей на поверхности жидкости конечной глубины. По поверхности пластины перемещается источник возмущений. Получены значения критических скоростей, при которых меняется характер волнового возмущения. Определены угловые зоны, в которых распространяются волны. Исследовано влияние скорости перемещения источника возмущений, толщины ледяной пластины, сил сжатия и растяжения на амплитуды образующихся волн. Ключевые слова: упругая пластина, ледяной покров, изгибно-гравитационные волны, критическая скорость.

Подводные шумы, механизмы генерации и характеристики полей

24.01-01.131 Тепловая помеха при регистрации турбулентных пульсаций давления на поверхности всплывающего устройства. *Кудашев Е.Б., Яблоник Л.Р. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 817-822. Рус.

Исследована тепловая помеха при регистрации турбулентных пульсаций давления на поверхности всплывающего устройства при заданных экспериментальных параметрах температурной стратификации водной среды. Исследован эффект искажения спектральных уровней пульсаций давления, регистрируемых приемником звука в поле температурных неоднородностей, на примере измерений турбулентных пульсаций давления в пограничном слое при вертикальном всплытии устройства с заданной глубины. Показано, что при умеренных скоростях обтекания, превышающих 1–2 м/с, температурная восприимчивость пьезокерамического приемника в решающей мере определяется его характерной “тепловой” частотой. Определены параметры пороговой критической частоты, ниже которой температурный сигнал (тепловая помеха) преобладает над “полезным” сигналом, порождаемым пульсациями давления. Применительно к приемникам, используемым в экспериментах на всплывающем устройстве, значения пороговой критической частоты составляют 130 и 215 Гц.

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

24.01-01.132 Применение глубоких нейросетей для решения задач классификации объектов, обнаруживаемых гидроакустическим средством. *Потапычев С.Н., Суслин А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 92-95. Рус.

Задача классификации морского объекта, обнаруживаемого гидроакустическими средствами, является сложной и ресурсоемкой, с точки зрения её алгоритмической реализации. Бурное развитие современных технологий искусственного интеллекта, в частности программных решений на основе глубоких нейронных сетей, создает качественно новую технологическую основу для эффективного решения указанной задачи. Статья посвящена анализу путей применения нейросетевых решений при классификации морских объектов, обнаруживаемых гидроакустическим комплексом в процессе проведения поиска.

24.01-01.133 Об одном методе классификации гидроакустических источников излучения на выходе адаптивной пространственной обработки. *Малышкин Г.С. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 96-100. Рус.

Приводятся результаты морских экспериментов по анализу пеленгационных рельефов и траекторий с позиций классификации источников на надводные и подводные применительно к осенним гидроакустическим условиям в районе берегового клина. Показано, что в режиме шумопеленгования в качестве классификационного признака для разделения надводных и подводных источников может использоваться модуляция траекторий по направлению наблюдения, возникающая при распространении сигналов с учётом отражений от границ — поверхности моря и дна.

24.01-01.134 Анализ возможности автоматизации проектирования кадров отображения гидроакустических средств наблюдения. *Инюкина А.М., Шейнман Е.Л. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 101-104. Рус.

Обсуждается подход к формированию кадров отображения и управления гидроакустических средств подводного наблюдения, основанный на унификации структуры и фрагментов кадров отображения и табло управления, с предоставлением возможности разработчику кадра менять индицируемую информацию, размеры и параметры проектируемых фрагментов кадра отображения. Область применимости такого подхода — системы моделирования, направленные на проектирование гидроакустических средств наблюдения, отображение и управление их работой.

24.01-01.135 Методы пассивного определения координат объектов в условиях дальних зон акустической освещённости. *Лободин И.Е., Машошин А.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 105-109. Рус.

Обоснованы алгоритмы определения координат шумящих источников в пассивном режиме работы шумопеленгаторной станции в условиях дальних зон акустической освещённости (ДЗАО), которые наблюдаются в большинстве глубоководных районов Мирового океана. Алгоритмы базируются на установленной закономерности поведения угла в вертикальной плоскости прихода максимума энергии сигнала источника звука при нахождении его в ДЗАО.

24.01-01.136 Алгоритм пассивного определения координат. *Гриненков А.В., Машошин А.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 110-113. Рус.

Рассматривается применимый в условиях сплошной акустической освещённости алгоритм определения дистанции до шумящего подводного объекта, если известна его глубина, либо определения глубины объекта, если известна дистанция до него.

24.01-01.137 Инвариантность оценки глубины по-

гружения источника широкополосного сигнала к условиям подводного звукового канала. *Консон А.Д., Волкова А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 114–118. Рус.

Рассмотрена возможность однокоординатной пространственной локализации по глубине погружения источника широкополосного сигнала в подводном звуковом канале путем анализа временных задержек парной конгруэнции лучей. Показано, что относительное запаздывание сигналов пары смежных лучей связано с глубиной погружения источника, и может быть использовано при решении задачи локализации источника по глубине погружения. Показана инвариантность результатов решения к различным моделям подводного звукового канала и к расстоянию до источника звука. Для практического использования предложен метод пространственной статистики, который интегрирует совокупность возможных решений по дальности.

Акустика глобальных масштабов, термометрия и дальняя подводная связь

24.01-01.138 Временная изменчивость кавитационных порогов во фронтальной зоне северо-западной части Тихого океана. *Мельников Н.П. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 245–249. Рус.

Приводятся экспериментальные результаты натуральных измерений кавитационных порогов морской воды, полученные в Субарктической фронтальной зоне Тихого океана, ограниченной координатами 38–42° с.ш. и 150–157° в.д. в рамках эксперимента «Мегаполигон» в период с 28 марта по 7 апреля 1989 г. на НИС «Академик Александр Виноградов». Пространственное распределение величин кавитационных порогов имеет сложный ячеистый характер. Анализ временной изменчивости кавитационных порогов показал наличие устойчивой суточной зависимости, причем в дневное время суток (с 10 до 16 ч) средние величины кавитационной прочности приблизительно в 2 раза превышают средние «ночные» величины.

24.01-01.139 Разработка адаптивной навигационной системы для автономного подводного аппарата на основе данных, получаемых от гидроакустической станции. *Юхимец Д.А., Губанков А.С., Филаретов В.Ф. Морские интеллектуальные технологии.* 2023, № 4-3, с. 42–52. Рус.

Предложен метод построения навигационной системы автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), использующей ограниченный набор бортовых датчиков и получающей данные по акустическим каналам связи о положении АНПА от гидроакустической станции освещения подводной обстановки. Предложенный алгоритм формирует оценки положения и скоростей АНПА на основе его динамической модели в предположении, что угловые скорости, углы ориентации и глубина АНПА определяются с помощью его бортовых датчиков. Предложенная схема построения навигационной системы позволяет обеспечить коррекцию ее показаний в условиях нерегулярного обновления данных от станции. После определенного периода работы системы и получения достаточного количества данных, происходит уточнение параметров модели, использующейся в фильтре Калмана, что существенно увеличивает точность его работы. Ключевые слова: автономный необитаемый подводный аппарат, адаптивная навигационная система, гидроакустическая станция, идентификация.

См. также **24.01-01.137**

Активные и пассивные сонарные системы, алгоритмы обработки сигналов

24.01-01.140 Автономный широкополосный многоканальный усилитель с цифровым управлением для регистрации биоакустических сигналов. *Данилов Н.А., Иванов М.П. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 375–378. Рус.

В связи с развитием технологий беспилотных подводных аппаратов широкое распространение получили способы широкополосного наблюдения акустических сигналов в водной среде. Целью данного исследования является разработка новых гидроакустических методов наблюдения эхолокации и коммуникации с помощью разработанного автономного широкополосного многоканального усилителя с цифровым управлением. Управление устройством реализовано на базе встраиваемого мини-ПК по USB каналу и с помощью удаленного компьютера.

24.01-01.141 О возможности снижения интенсивности кавитационного шумоизлучения гребных винтов. *Щеголихин В.П. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 477–480. Рус.

Рассмотрена возможность снижения кавитационного шумоизлучения гребных винтов за счет обеспечения условий их бескавитационной работы, путем поддержания температуры пограничного слоя потока воды в заданных пределах.

24.01-01.142 Автоматическое выравнивание яркости эхограмм гидролокатора бокового обзора. *Павин А.М., Ходоренко М.С. Морские интеллектуальные технологии.* 2023, № 4-1, с. 153–160. Рус.

В работе рассматриваются методы выравнивания яркости эхограмм гидролокатора бокового обзора (ГБО) с целью получения гидролокационных изображений морского дна, обладающих равномерной плотностью во всей полосе съемки. Задача решается в контексте обнаружения локальных донных неоднородностей на гидроакустических снимках морского дна человеком-оператором или алгоритмами автоматического выделения объектов. Приводятся результаты применения известных методов обработки фотоизображений с целью обработки эхолокационных снимков. Предлагается новый метод выравнивания яркости эхограмм, обладающий значительно меньшей ресурсоемкостью, в сравнении с известными методами выравнивания яркости на фотоизображениях. Приводятся результаты сравнительных экспериментов с использованием различных подходов решения данной задачи. Оцениваются особенности применения нового метода коррекции яркости эхограмм, пригодного для применения на борту автономного необитаемого подводного аппарата в режиме реального времени с учетом вычислительных и энергетических ограничений автономного робота. Ключевые слова: выравнивание яркости, гидролокатор, ГБО, акустические эхограммы, гидролокационная съемка, подводная инспекция.

См. также **24.01-01.133**, **24.01-01.134**, **24.01-01.135**, **24.01-01.136**, **24.01-01.137**

Гидроакустические преобразователи и антенны

24.01-01.143 Выбор стробов для оценки дистанции гидроакустической пассивной системой на основе траекторного анализа. *Обузовская О.О., Янпольская А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 87–91. Рус.

Рассматриваются различные подходы к построению стробов при оценке дистанции, основанной на методе фокусировки. В процессе исследования были смоделированы статистики попадания в строб максимума величины отклика системы для неподвижного источника при разных отношениях «сигнал-помеха». На основе полученных данных было проведено сравнение предложенных вариантов построения стробов. Результаты данного исследования могут быть применены в дальнейшем при траекторном анализе для приемной пассивной гидроакустической системы.

24.01-01.144 Малогабаритный пеленгатор гидроакустических сигналов. *Кранц В.З., Островский Д.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 129–132. Рус.

Рассмотрен вариант построения пеленгатора гидроакустиче-

ских сигналов, многоэлементная цилиндрическая антенна которого имеет диаметр, близкий к четверти длины волны принимаемого сигнала, а в горизонтальной плоскости формируются статический веер пространственных каналов. При формировании статического веера используется принцип построения диаграммы направленности (ДН) типа «обратной кардиоиды». Предлагается алгоритм формирования «обратной кардиоиды».

24.01-01.145 Цифровой векторно-скалярный приёмник. испытания в натуральных условиях. *Боев А.В., Галлий С.Н., Доля В.К., Ламека А.П., Лукин Л.А., Панич А.А., Чудаков А.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 133-137. Рус.

Представлены конструкция и экспериментальные результаты испытаний цифрового векторно-скалярного приёмника в режиме пеленгации источников акустических тональных и шумовых сигналов в условиях замкнутого мелкого водоёма и акватории залива Петра Великого. Произведена оценка собственных шумов приёмника, акваторий и других внешних источников по каналам колебательной скорости и акустического давления, определены пеленги на контрольный дрейфующий источник и на проходящие суда. Выполнена оценка погрешности определения пеленга.

24.01-01.146 Подход к обоснованию параметров гидролокаторов при их функционировании в составе многопозиционной системы. *Дубровский А.Ю., Покровский А.А., Сергеев В.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 138-142. Рус.

На основе оценки показателей эффективности, характеризующих функционирование многопозиционных систем (МС), рассматривается вопрос обоснования параметров зондирующих сигналов, применяемых при использовании разнесённых гидролокаторов (ГАС). Предложен подход, позволяющий на основе анализа характеристик района и используемых гидролокаторов обосновывать рациональные параметры зондирующих сигналов.

24.01-01.147 Динамическое формирование расписания излучений сигналов при решении задачи поиска подводных объектов многопозиционной системой подводного наблюдения в ограниченной акватории. *Стребкова А.А., Терехов Ю.Е. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 155-158. Рус.

Рассмотрена задача поиска подводных объектов в ограниченной акватории. Поиск объектов ведётся гидроакустическими станциями (ГАС) в режиме активной гидролокации из состава многопозиционной системы подводного наблюдения (МСПН). ГАС управляются из единого центра. Приведён способ выбора следующей излучающей ГАС, не приводящий к созданию помех приёма ранее излучённых сигналов при малом периоде излучений. Рассмотрено влияние выбора функции вознаграждения и интервала между последовательными излучениями на суммарное время, необходимое для осмотра заданной акватории.

24.01-01.148 Результаты экспериментальных исследований по применению сложных сигналов в пеленгаторах автономных систем освещения подводной обстановки. *Павлов А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 159-162. Рус.

Рассмотрены результаты экспериментальных исследований по применению сложных фазоманипулированных сигналов в пеленгаторах автономных систем освещения подводной обстановки. Целью исследований была оценка точности определения угловых координат реальных объектов разрабатываемым пеленгатором.

24.01-01.149 Обоснование характеристик широкоапертурных бортовых антенн подводных лодок. *Машишин А.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 163-166. Рус.

Показано, что основным назначением бортовых антенн пер-

спективных ПЛ является обеспечение боевой устойчивости ПЛ путём: 1) своевременного обнаружения и определения координат малозумных ПЛ и АНПА противника; 2) обнаружения торпед в кормовом секторе курсовых углов и противолодочных вертолётов и самолётов во всей верхней полусфере. Первая задача решается установкой широкоапертурных бортовых антенн, конфигурация, размеры и конструкция которых выбираются с учётом приведённых в статье ограничений. Для решения второй задачи поборотно устанавливаются линейные протяжённые бортовые антенны, имеющие ряд преимуществ перед гибкими протяжёнными буксируемыми антеннами.

24.01-01.150 Характеристики направленности антенны подводного аппарата при различных расположениях приёмно-излучающих элементов. *Махов В.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 167-169. Рус.

Рассмотрены два варианта расположения элементов малогабаритной плоской антенны, предназначенной для подводного аппарата: на концентрических окружностях и параллельными линиями. Приведены расчётные характеристики направленности (ХН) антенны. Показано, что антенна с концентрическим расположением элементов имеет ХН близкую к осесимметричной, антенна с расположением элементов параллельными линиями имеет меньший уровень боковых лепестков.

24.01-01.151 Сравнительный анализ результатов моделирования и макетирования широкополосного стержневого пьезопреобразователя в составе антенной решетки. *Богданов Т.К., Романов М.В., Стырикович И.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 170-172. Рус.

Рассматриваются результаты макетирования и измерений частотных характеристик стержневых пьезопреобразователей с колебаниями изгиба излучающей накладкой. Приведены амплитудно-частотные характеристики как отдельных пьезопреобразователей в составе антенной решетки, так и в различных группах включения.

24.01-01.152 Об излучении коротких импульсов пьезопреобразователями с амплитудно-фазовым возбуждением. *Пестерев И.С., Степанов Б.Г. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 178-182. Рус.

Рассматривается возможность излучения коротких акустических импульсов сверхширокополосными пьезопреобразователями с амплитудно-фазовым возбуждением. Обсуждается влияние на структуру акустических импульсов изменения их длительности, частоты формирования, вида задаваемых амплитудно- и фазочастотных характеристик излучения и расширения волнового фронта. Приводятся результаты расчетов и экспериментальных исследований.

24.01-01.153 Оптимизация параметров пластинчатого пьезоэлектрического преобразователя многоэлементной гидроакустической антенны. *Доля В.К., Галлий С.Н., Панич А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 183-186. Рус.

Представлены результаты теоретического анализа особенностей трёхмерных колебаний пьезоэлектрической пластины конечных размеров. Показано, что спектр резонансных частот и величина эффективного коэффициента электромеханической связи на рабочей резонансной частоте пластины зависят от соотношения её размеров. Выявлены области соотношений размеров, для которых характерно сближение продольных и поперечных мод колебаний и, соответственно, значительное увеличение эффективного коэффициента связи относительно «классических» одномодовых преобразователей. Сформулированы условия эффективного использования преобразователей на нескольких частотах. Приведены результаты экспериментальных исследований оптимизированных преобразователей в составе антенны.

24.01-01.154 Алгоритм автоматизации конструиро-

вания приемных гидроакустических антенн с помощью цифровых прототипов. Бульчев А.С. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 187-190. Рус.

Рассматривается алгоритм конструирования приемных гидроакустических антенн и метод его автоматизации с помощью формализованных цифровых прототипов. Показано, что данный метод позволяет в интерактивном режиме модифицировать конструкцию антенн в зависимости от задаваемых технических требований и автоматизировать корректировку конструкторской документации для изготовления деталей и сборочных единиц антенн.

24.01-01.155 Оценка эффективности авиационной радиогидроакустической системы самолета АТЛ2 на основе вероятностного подхода к завязке трассы цели в различных режимах работы с новым поколением радиогидроакустических буев. Вакуменко С.А., Михайлов Г.К. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 191-193. Рус.

Приведены результаты оценки эффективности радиогидроакустической системы (РГС) поиска ПЛ самолета АТЛ2 на основе вероятностного подхода к завязке трассы цели с использованием нового поколения радиогидроакустических буев.

24.01-01.156 Методика расчета чувствительности пленочного пьезоэлектрического преобразователя гидроакустической антенны. Дементьев И.И., Шабанов В.А., Шабанова Н.С. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 194-199. Рус.

Для оптимизации технических характеристик гидроакустических антенн рассматривается возможность перехода к пьезоэлектрическим преобразователям на основе пленочных материалов. Разработка методики расчета характеристик нелинейных непрерывных гидроакустических антенн является актуальной научной задачей. В статье представлена методика расчета чувствительности пленочного пьезопреобразователя, основанная на прогнозировании механических напряжений в его конструкции.

24.01-01.157 Акустика и гидродинамика импакта капли. Чашечкин Ю.Д. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 200-204. Рус.

Приводятся результаты экспериментальных исследований звуковых пакетов в воде и в воздухе, возникающих в результате растекания свободно падающей капли в покоящейся жидкости. Изучается картина течений и структура звуковых пакетов в режимах интрузивного и ударного растекания капли. Прослежена связь структуры течений и капиллярных волн с процессами отрыва газовых пузырьков, излучающих звук. Анализируется падение одиночных и множественных капель, моделирующих шум дождя.

24.01-01.158 Оптимальная конфигурация датчиков давления при наклонной ориентации гидростатического измерителя плотности морской среды. Федотов Г.А. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 250-253. Рус.

Рассмотрен измеритель плотности морской воды, образованный четырьмя датчиками давления, расположенными в вершинах правильной треугольной пирамиды. Получены алгебраические выражения и построены графики, позволяющие определить оптимальный (минимизирующий погрешность определения плотности) угол при вершине пирамиды в зависимости от угла наклона измерителя в морской среде.

24.01-01.159 Субоптимальная реализация адаптивных алгоритмов обработки сигналов многоэлементных антенных решеток в пространстве элементов выборки. Мельканович В.С. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 273-276. Рус.

Рассмотрена задача реализации адаптивных алгоритмов, ос-

нованных на минимизации выходной мощности с линейными и квадратичными ограничениями в условиях, когда число гидрофонов многократно больше размерности выборки. Решение основано на использовании априорной модели распределенной помехи совместно с формированием по выборке подпространства сильных сигналов.

24.01-01.160 Локализация движущегося подводного источника широкополосного шума на основе его пространственно-скоростных портретов в частотной области. Никитин Д.А., Родионов А.А. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 287-290. Рус.

Рассматривается возможность локализации движущегося подводного источника широкополосного шума за счёт сравнения спектрограммы сигналов, принимаемых одиночным гидрофоном с набором пространственно-скоростных портретов источника, зависящих от глубины и скорости движения источника, а также взаимного расположения источника и приёмника. Показано влияние уровня шумовой помехи на работоспособность данного метода.

24.01-01.161 Использование вертикальной линейки гидрофонов в адаптивном компенсаторе помех в условиях многолучевости. Колмогоров В.С., Прийма А.В., Шпак С.А. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 313-316. Рус.

Экспериментальные исследования показали, что использование линейки гидрофонов в адаптивном компенсаторе помех позволяет повысить помехоустойчивость гидроакустического средства в условиях многолучевости.

24.01-01.162 Определение оптимальных параметров расчетов распространения гидроакустических сигналов по неоднородным трассам. Агизев А.Р., Личник В.Н., Скорынин А.А. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 317-320. Рус.

При проведении гидроакустических расчетов по неоднородным по дальности трассам с помощью модового подхода используется метод поперечных сечений. Суть его заключается в приближении неоднородной трассы конечным набором однородных по дальности участков с дополнительными условиями на границах каждого участка. При расчетах сложных трасс количество участков существенным образом влияет на длительность и точность расчета. В работе приведен анализ этого влияния и предложен критерий выбора оптимального разбиения неоднородной трассы.

24.01-01.163 Алгоритм обработки результатов оценки дистанции и глубины источника гидроакустического сигнала, получаемых пространственно-частотным методом. Колбин П.Д., Корецкая А.С. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 329-332. Рус.

Разработан алгоритм обработки последовательности матриц со значениями меры сходства, получаемых пространственно-частотным методом оценки дистанции и глубины источника гидроакустического сигнала в режиме шумопеленгования. Алгоритм основан на представлении временной последовательности матриц в виде иерархической структуры дерева. Точки матрицы меры сходства являются узлами деревьев, а индекс матрицы соответствует уровню иерархии.

24.01-01.164 Повышение точности оценки координат источника гидроакустического сигнала лучевым методом. Корецкая А.С., Дмитриев Н.С. *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 333-336. Рус.

Произведён анализ устойчивости лучевого метода определения расстояния до источника гидроакустического сигнала и глубины его погружения к ошибкам измерения углов прихода лучей. Предложен способ повышения точности Лучевого метода путём расчёта дополнительных лучевых траекторий для

набора углов прихода лучей в некотором диапазоне от измеренных значений, соответствующем погрешности их измерения.

24.01-01.165 Анализ результатов гидроакустических расчетов при определении потерь распространения гидроакустической энергии в Авачинском заливе. *Волгин П.Н., Ковалевский Н.Г., Малый В.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 337-342. Рус.

Значительное влияние на эффективность применения гидроакустических средств в Авачинском заливе, наряду с необходимостью учета сложного состава внешних шумовых помех, играют гидроакустические условия конкретной акватории моря и её подстилающей поверхности с учетом двумерной неоднородности морской среды и переменного рельефа дна по трассе распространения. Эти условия учитываются при определении возможных потерь при распространении в пространстве гидроакустической энергии, что оказывает существенное влияние на организацию построения и функционирования системы мониторинга подводной обстановки в конкретном районе. Естественно, что вторым по значимости фактором, влияющим на функционирование системы мониторинга подводной обстановки, является необходимость учета влияния сложных по своему составу внешних шумовых помех.

24.01-01.166 Актуальность создания эталона для фазовой калибровки гидрофонов. *Хатамтаев Б.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 347-350. Рус.

Рассмотрены области применения фазовой калибровки в современных гидроакустических технологиях. Проведен анализ существующих методов фазовой калибровки и выявлены проблемы калибровки и определения акустического центра гидрофона. Поставлены задачи, решение которых необходимо для создания эталона для фазовой калибровки гидрофонов.

24.01-01.167 О коррекции частотных характеристик приемно-излучающих преобразователей гидроакустических антенн на электрической стороне. *Богданов Т.К., Ульянов Е.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 379-382. Рус.

Представлены варианты корректировки частотных характеристик приемно-излучающих преобразователей гидролокаторов в различных частотных диапазонах с использованием эквивалентных схем преобразователей и добавочных RLC-цепей. Приведено сравнение результатов моделирования и измерений реальных макетов антенн с цепями коррекции.

24.01-01.168 Методика измерений чувствительности приемных каналов многоэлементных антенных решеток в условиях бассейна. *Ватанов А.К., Кузьмин А.А., Пестерев И.С. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 418-420. Рус.

Представлена методика поканального контроля акустических характеристик многоэлементных антенных решеток различной геометрии, реализованная в измерительном бассейне с использованием координатных устройств и программируемых средств управления измерениями. Предложен вариант аппаратной и программной реализации измерительного комплекса бассейнового, который позволяет выполнить измерения согласно представленной методике.

24.01-01.169 Совершенствование телекоммуникаций в гидросфере на базе волоконно-оптических технологий. *Кречетова Э.В., Мартынов В.Л., Шиманская М.С. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 421-424. Рус.

В основном коммуникации в гидросфере осуществляются в гидроакустическом поле. Разнообразные преобразователи акустических антенн, размещаемых на кораблях флота, обеспечивают формирование сигналов, несущих информацию об обнаруженных объектах. Как повысить эффективность поиска ма-

лошумных подводных роботов, минимизировав недостатки пьезокерамических преобразователей? Какие технологические решения можно предложить? Об этом — данная статья.

24.01-01.170 Интерпретация и обработка данных гидролокатора бокового обзора с целью автоматизации данного процесса. *Гончаров А.Е., Гончарова Е.А. Сибирский аэрокосмический журнал. 2023. 24, № 4, с. 639-651. Рус.*

Одним из наиболее эффективных средств дистанционного зондирования и визуализации подводных объектов являются гидроакустические приборы, в частности гидролокатор бокового обзора (ГБО). В последнее время, во многом, благодаря появлению доступных бюджетных образцов, география и сфера применения данного прибора существенно расширилась. Однако, несмотря на достигнутые успехи в части совершенствования и минимизации аппаратной части ГБО, используемые программные средства остаются, в целом, на базовом уровне, обеспечивая, главным образом, простую визуализацию донной среды и ее запись с целью дальнейшей постобработки. Опыт эксплуатации ГБО показывает, что основная проблема интерпретации акустических изображений заключается в самих физических особенностях их получения. Следует признать бесперспективными попытки осуществления автоматизированной интерпретации образов методами, применяемыми для оптических сред. В настоящей работе рассматриваются теоретические и прикладные аспекты процесса интерпретации и обработки данных ГБО с целью дальнейшей автоматизации данного процесса. С учетом условий эксплуатации данного прибора, в частности обширные площади акваторий — поисковых зон, настоящая проблема является одной из ключевых для операторов ГБО. Проблема автоматизации обработки данных напрямую связана с проблемой интерпретации данных дистанционного зондирования, в том числе космоснимков, геометрического искажения образов, вызванного физическими особенностями прибора и среды его эксплуатации, а также привязки полученных данных к системе спутниковых координат. Ключевые слова: гидролокатор бокового обзора, автоматизация, распознавание образов, спутниковые системы позиционирования, геометрическое искажение.

24.01-01.171 Способ расширения динамического диапазона приемного тракта при работе в режиме параметрического излучения. *Маляров К.В., Мезер Е.А., Островский Д.Б. Гидроакустика. 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.*

Предложен способ «расширения» динамического диапазона приемного тракта при работе в режиме параметрического излучения. Активную поверхность приемной антенны предлагается закрыть обтекателем, имеющим коэффициент прохождения на частоте накачки значительно ниже, чем на разностной частоте. Приведены результаты компьютерного моделирования обтекателей различной структуры. Показано, что динамический диапазон приемного тракта может быть расширен на 20–30 дБ.

24.01-01.172 Квантование импульсной характеристики согласованного фильтра сигнала многолучевого эхолота. *Бородич М.А., Вагин А.В., Хаматов Р.К. Гидроакустика. 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.*

Предложен способ квантования импульсной характеристики согласованного фильтра сигнала с линейной частотной модуляцией для многолучевого эхолота в задаче обнаружения эхосигналов. Выполнена оценка параметров взаимокорреляционной функции при использовании квантованной импульсной характеристики согласованного фильтра. Представлены результаты апробации способа квантования.

24.01-01.173 Оценка влияния статических погрешностей отдельных измеряемых параметров на результат определения глубины неподвижного объекта. *Жаворонкова А.Д., Тимошенко В.Г. Гидроакустика. 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.*

Приводится новая процедура измерения глубины погружения неподвижного объекта с использованием гидролокатора освещения ближней обстановки, установленного на подвижном носителе. Рассматривается влияние отдельных составляющих измеренных параметров на конечный результат. Приводятся ре-

зультаты моделирования с использованием статических ошибок измерительных средств.

24.01-01.174 Эмулятор гидроакустического канала для оценки качества гидроакустических модемов. *Машошин А.И., Паишевич И.В., Шафранюк А.В. Гидроакустика.* 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.

Приводится описание разработанного программного эмулятора гидроакустического канала, позволяющего оценивать качество функционирования гидроакустических модемов в условиях многолучевого канала распространения сигнала, доплеровских искажений и влияния помехи. Ключевые слова: гидроакустика, гидроакустическая связь, гидроакустический модем, эмулятор гидроакустического канала, многолучевой канал, доплеровские искажения.

24.01-01.175 Использование многолучевого профилометра для прогнозирования паводка. *Коваленко Ю.А., Консон А.Д. Гидроакустика.* 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.

Проведен анализ существующих методов краткосрочного прогноза паводка. Установлено, что в основе прогноза лежит контроль расхода воды на гидрологических постах, расположенных выше по течению от расчетного створа. По существующим методикам такой контроль на гидрологических постах ограничивается наблюдением уровня воды, что, как показала практика, может дать существенную временную задержку в прогнозе наступления паводка. На основе гидрофизических законов развития паводка аналитически показано, что для оперативного прогноза более полную и достоверную картину о динамике расхода воды в русле реки может дать измерение ускорения движения потока в сечении русла на различных горизонтах. В результате предлагается ввести в практику гидрометрических наблюдений использование акустического доплеровского профилометра скорости течений в качестве элемента системы предупреждения паводка.

24.01-01.176 Конкретизация реализации прогнозирующего контроля гидроакустического комплекса. *Красников И.А. Гидроакустика.* 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.

Рассмотрена проблема реализации прогнозирования технического состояния для многоканальной части гидроакустического комплекса. Статья является идеологическим продолжением статьи «Пути реализации прогнозирующего контроля гидроакустических комплексов» (Красников И.А. Пути реализации прогнозирующего контроля гидроакустических комплексов // Гидроакустика. 2018. Вып. 36 (4). С. 72–81).

24.01-01.177 О совершенствовании теоретических основ моделирования задач поиска для ситуаций применения АНПА глайдерного типа в составе систем освещения подводной обстановки. *Ивакин Я.А., Потальчев С.Н., Селезнев И.А. Гидроакустика.* 2023, № 55, с. <https://www.oceanpribor.ru/docs/sbGA55.pdf>. Рус.

Статья посвящена идентификации проблематики совершенствования базовой постановки задачи поиска подвижных объектов для ситуаций применения в составе пространственно распределенной системы освещения обстановки автономных необитаемых подводных аппаратов глайдерного типа. Учет возможностей средств этого типа подводной робототехники требует качественного переосмысления классических основ и частных расширений современной теории поиска подвижных объектов.

См. также **24.01-01.6**, **24.01-01.17**, **24.01-01.63**, **24.01-01.116**, **24.01-01.132**

Подводные измерения и калибровка аппаратуры

24.01-01.178 Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. проблемы и направления исследований. *Родионов А.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 7-10. Рус.

Проанализированы итоги проведения предыдущих конференций. Сделан краткий обзор информации по состоянию и перспективным направлениям развития гидроакустики, гидрофизики и обеспечивающих отраслей науки и техники. Более подробно представлены результаты исследований субмезомасштабных процессов и явлений в океане, оказывающих влияние на эффективность применения средств подводного наблюдения.

24.01-01.179 Оперативная океанография в задачах подводного наблюдения. *Коваленко В.В., Родионов А.А., Ванкевич Р.Е. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 11-16. Рус.

Рассмотрена связь инструментария оперативной океанографии с рядом прикладных задач. Среди задач уделено внимание акустическому подводному наблюдению, оптическим инструментам и моделям, биохимическим процессам и моделям.

24.01-01.180 Согласованная со средой обработка акустических сигналов в подводных звуковых каналах: состояние исследований, оценки эффективности, перспективы. *Малеганов А.И., Коваленко В.В., Никитин Д.А., Сазонтов А.Г., Сергеев В.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 17-23. Рус.

Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в исследовании различных методов обработки акустических сигналов в подводных каналах, остаются вопросы, которые все еще требуют своего углубленного рассмотрения. Более того, даже на уровне используемой терминологии сохраняется ряд спорных представлений, указывающих на определенную неоднозначность трактовки «согласованной со средой» обработки сигналов применительно к низкочастотной подводной акустике. Цель доклада — осветить современное состояние тематики с акцентом на принципиальных физических аспектах, в наибольшей степени влияющих на результативность методов обработки, построенных на основе модели среды, и условия практической применимости таких методов в реальных морских условиях. Даны примеры расчета характеристик эффективности согласованной со средой обработки для некоторых типичных условий приема сигналов в подводных каналах с помощью вертикальных антенных решеток, сформулированы перспективные направления дальнейших исследований.

24.01-01.181 Поддержка принятия решений по построению систем освещения подводной обстановки на базе методов компьютерного моделирования. *Ивакин Я.А., Ермолаев В.И., Шатохин А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 62-69. Рус.

Реализация потенциальных возможностей средств и систем освещения подводной обстановки (СОПО) в значительной степени зависит от модельной поддержки должностных лиц на стадиях разработки, изготовления и эксплуатации этих средств и систем. Именно поэтому в исторической ретроспективе развитие средств освещения подводной обстановки и объединение их в комплексы и системы сопровождалось разработкой адекватного инструментария, реализующего различные методы компьютерного моделирования. Анализ опыта совершенствования такого инструментария, представлению роли компьютерного моделирования в современном процессе обоснования решений на построение указанных систем и определению путей развития методов компьютерного моделирования в интересах СОПО посвящена данная статья.

24.01-01.182 Экспериментальное подтверждение возможности калибровки векторного приёмника в реверберационном звуковом поле незаглушенного бассейна. *Исаев А.Е., Нежрич Г.С. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 173-177. Рус.

Представлено экспериментальное подтверждение метода калибровки векторного приёмника в реверберационном звуковом поле незаглушенного бассейна. Обоснование основано на введе-

нии известного искажения в прямую волну излучателя волной, отражённой от границы раздела вода воздух, что позволило экспериментально установить способность выделять векторную величину прямой волны излучателя в реверберационном звуковом поле бассейна и применять непрерывные полосовые сигналы для калибровки векторного приёмника в свободном поле на частотах от 500 Гц до 10 кГц.

24.01-01.183 Система измерения гидрологических параметров морской среды с помощью одноразовых обрывных зондов. *Дорохов П.В., Логачев В.Н., Овчинников Ф.Б., Румянцев К.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 254-257. Рус.

Представлена разработанная АО «Морские неакустические комплексы и системы» автоматическая система измерения гидрологических параметров морской среды (электропроводность, температура, давление) и определения на их основе профилей вертикального распределения плотности, солёности и скорости звука. Данная система включает в себя обрывные (терямые) зонды, а также базовый (эталонный) гидрологический прибор. Предложены алгоритмы автоматической калибровки системы и построения вертикальных профилей измеряемых и расчетных величин. Приведены результаты натурной отработки системы в различных акваториях Мирового океана.

24.01-01.184 К вопросу о квазиоптимальных методах пространственной обработки частично-когерентных многомодовых сигналов в подводных звуковых каналах. *Малеганов А.И., Смирнов А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 269-272. Рус.

Анализируются методы пространственной обработки сигнала на фоне интенсивной помехи с помощью горизонтальной антенной решетки, расположенной в канале мелкого моря. Предполагается, что источники сигнального и помехового полей находятся под различными углами по отношению к антенне, а ее волновой размер превосходит масштабы когерентности. Основное внимание уделено сравнительной оценке эффективности методов обработки, включая оптимальные и близкие к ним, по величине антенного выигрыша. Определены сценарии приема сигналов, для которых относительно простые эвристические методы обеспечивают квазиоптимальную обработку сигналов, что представляется важным с точки зрения приложений.

24.01-01.185 Алгоритм выработки параметров пространственной обработки сигналов от нежесткой цилиндрической антенны при наличии искажений ее формы вследствие течений. *Рудницкий С.И., Ткачук В.Ю. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 351-354. Рус.

При нахождении приемной нежесткой цилиндрической антенной решетки (АР) в реальных морских условиях, как правило, имеют место, в частности, ее наклоны, а также повороты вокруг своей оси ее отдельных компонент. Статья посвящена решению задачи расчета параметров алгоритма пространственной обработки в обеспечение возможности формирования веера характеристик направленности указанной АР и его пространственной стабилизации, при работе АР в условиях течений. Приведен пример оценки влияния предложенных алгоритмов на эффективность функционирования позиционного гидроакустического средства, использующего нежесткую цилиндрическую АР.

24.01-01.186 Оптимальное сочетание порогов обнаружения по уровню и длительности в пассивном акустическом обнаружителе. *Горбачев Р.И., Егоров С.Б. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 355-358. Рус.

Изложена методика определения оптимального сочетания величин двух порогов в пассивном обнаружителе — по уровню и длительности. Критерием оптимальности является максимум аппаратной чувствительности обнаружителя, эквивалентный критерию Неймана-Пирсона. Задача оптимизации решается с

привлечением вероятностных характеристик ожидания и обнаружения сигнала, полученных для случая нормализации помехового и сигнально-помехового индикаторных процессов.

24.01-01.187 Краткий перечень физических аномалий, наблюдавшихся в области гидроакустики. *Железный В.Б. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 359-362. Рус.

Гидроакустика как техническая область базируется на хорошо развитых знаниях в областях акустики, океанологии и приборостроения, поэтому в случаях появления существенных отклонений от ожидаемых в гидроакустике результатов их можно отнести к аномальным. Приводится краткий перечень наблюдавшихся в области гидроакустики аномальных результатов и эффектов.

24.01-01.188 Гидроакустический мониторинг рыб в садках рыбоводческих хозяйств. *Кузнецов М.Ю., Убарчук И.А., Поляничко В.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 363-367. Рус.

Рассматриваются алгоритмические и технологические аспекты применения гидроакустического эхоинтеграционного метода для дистанционного мониторинга рыб в выростных садках рыбоводных хозяйств. Анализируются факторы, влияющие на точность оценки численности рыб в садке, выявлены оптимальные условия измерений. Приводятся результаты исследования отражающих свойств и оценки численности рыб в садке при различной их плотности и условиях измерений.

24.01-01.189 Исследование влияния акустических течений на результат измерения полной мощности ультразвукового пучка. *Кузнецов С.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 368-370. Рус.

Приведены результаты исследований влияния акустических течений, возникающих при излучении ультразвукового сигнала в водной среде, на результат измерений полной мощности ультразвукового пучка. Приведены результаты измерений мощности ультразвукового преобразователя методом гравитационного уравнивания радиационной силы с использованием средств блокирования акустических течений и без них. Приведены результаты измерений силы акустических течений в ультразвуковом поле известной мощности.

24.01-01.190 Метод оценки заглупления позиционного гидрометеорологического буя под воздействием морских течений. *Исрафилов Б.И., Дубатков М.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 425-428. Рус.

Приводится метод решения задачи определения местоположения элементов позиционного гидрометеорологического буя в водной среде. При решении задачи учитываются данные о подводных морских течениях, а также о геометрической конфигурации буя. Гидродинамические параметры буя определяются с помощью CFD-моделирования. Разработанный метод позволяет оценивать положение элементов буя в широком диапазоне начальных условий с использованием разных вариантов исполнения буя и разных параметров морских течений.

24.01-01.191 Результаты разработки гидроакустической аппаратуры связи. *Грузликов А.М., Кулаков А.В., Лукоянов Е.В., Мужин Д.А., Скородумов Ю.М., Торопов А.Б. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 429-432. Рус.

В настоящее время идет активное освоение морских ресурсов, что требует создания нового оборудования и технологий, включая разработку мультиагентных систем с использованием автономных обитаемых подводных аппаратов. В АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» ведутся работы по созданию аппаратно-программных средств звукоподводной связи с возможностью организации сетевого взаимодействия абонентов. В докладе представлены результаты разработки и испытаний гидроакустической аппаратуры, полученные в стендовых и на-

турных условиях.

24.01-01.192 Определение физико-механических и электрофизических параметров пьезокерамических элементов. *Коварская Е.З., Краснов А.В., Погудин К.Г., Московенко И.Б., Пугачев С.И., Рытов Е.Ю.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 433-436. Рус.

Приведены результаты экспериментальных исследований физико-механических параметров пьезокерамических элементов (ПКЭ) из материала системы ЦТС в форме тонкостенных цилиндров (колец) методом собственных колебаний с применением серийно выпускаемых сертифицированных приборов типа «Звук». Полученные результаты сопоставлены с результатами измерения электрофизических параметров ПКЭ стандартным методом резонанса-антирезонанса. Показано, что совместное использование методов расширяет возможности их применения для решения прикладных задач электро- и гидроакустики.

24.01-01.193 Об одной модели стержневого гидроакустического пьезопреобразователя с пониженной виброчувствительностью. *Стырикович И.И.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 437-439. Рус.

Рассматриваются колебания стержневого гидроакустического пьезопреобразователя силового типа с частичной разгрузкой от гидростатического давления при возбуждении вибрации через элементы крепления. Проведена оценка виброчувствительности пьезопреобразователя в широкой полосе частот.

24.01-01.194 Цифровые и аналоговые приемники для регистрации сигналов объемной реверберации. *Леоненко Е.Е., Румянцев К.А., Храброва Т.В.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 440-443. Рус.

Рассмотрены аналоговые и цифровые способы обработки сигналов объемной реверберации. Приведены формы экспериментальных сигналов объемной реверберации, записанных в условиях акустического бассейна. Приведены результаты обработки экспериментальных сигналов различными программными и аппаратными средствами.

24.01-01.195 Модель схемы данных для цифрового двойника жизненного цикла изделий гидроакустического вооружения. *Шатохин А.В., Ивакин Я.А., Красников И.А.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 452-457. Рус.

В современных условиях предприятия морского приборостроения выступают не только разработчиками, изготовителями высоко сложных изделий вооружения, военной и специальной техники, но и фактически участвуют в поддержании эксплуатационной готовности на всех этапах их жизненного цикла, в формировании оборонно-промышленного потенциала страны. Это в полной мере относится к изделиям гидроакустического вооружения ВМФ. Предприятия-изготовители в ходе участия в мероприятиях по поддержанию их технической готовности активно накапливают данные о фактической реализации жизненного цикла указанных изделий. Учитывая реализуемую сегодня политику цифровизации экономики, накапливаемые данные по фактической реализации такого жизненного цикла нуждаются в системном упорядочении и комплексировании. Предлагаемая в докладе модель есть предложение рационального подхода к систематизации и организации накопления данных по эксплуатации и фактической реализации жизненного цикла каждого изделия гидроакустического вооружения.

24.01-01.196 Экологическое направление диверсификации военно-экономического потенциала гидроакустического приборостроения. *Шатохин А.В., Селезнев И.А., Ивакин Я.А.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 458-461. Рус.

Решение задач диверсификации оборонно-промышленного

комплекса страны, применительно к предприятиям гидроакустического приборостроения, потребовало качественно новых парадигмы и подходов к организации их производственных процессов, процессов разработки и проектирования новых видов техники и пр. Одним из аспектов указанных изменений, переструктурирования военно-экономического потенциала в рамках диверсификации ОПК явился новый взгляд на вопросы экологичности оборонного производства и приложения возможностей гидроакустического приборостроения для решения практических экологических задач на акваториях страны. Анализ перспективности усилий по совершенствованию военно-экономического потенциала гидроакустического приборостроения в указанном аспекте посвящена данная статья.

См. также **24.01-01.84, 24.01-01.107, 24.01-01.108, 24.01-01.139, 24.01-01.158, 24.01-01.170**

Компьютерное моделирование в гидрофизике и гидроакустике

24.01-01.197 Инженерная математика динамики, энергетики и структуры процессов в океане. *Чашечкин Ю.Д.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 37-42. Рус.

Для описания каскада взаимообусловленных процессов в океане с учетом внешних воздействий различного масштаба — от атомно-молекулярных до астрономических в рамках инженерной математики — аксиоматической науки о принципах выбора символов, правил операций и критериев контроля точности, привлекается система фундаментальных уравнений переноса вещества, импульса и энергии, которая замыкается уравнениями состояния для потенциала Гиббса, плотности, скорости звука и других физических величин. Система анализируется с учетом условия совместности. Приводятся примеры наблюдений, расчета и моделирования различных видов течений.

24.01-01.198 Анализ работы алгоритмов обнаружения траекторий движущихся морских объектов гидроакустическими средствами. *Андреев О.А., Кравченко В.Н., Трофимов А.Т.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 79-82. Рус.

При многократных измерениях текущих характеристик (пеленг, дальность, скорость) наблюдаемых объектов, движущихся в водной среде, возникает задача принятия решения об обнаружении траекторий и оценивания их параметров. В докладе рассматриваются вопросы оценки параметров гидроакустических сигналов, отраженных или излученных наблюдаемыми объектами, с использованием процедур цифровой обработки изображений. Путем компьютерного моделирования проанализирована вероятность обнаружения траекторий.

24.01-01.199 Метод траекторно-пространственной фильтрации шумоизлучения движущихся источников. *Лосев Г.И.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 83-86. Рус.

В ФГУП «ВНИИФТРИ» был достигнут ряд успехов в применении векторно-фазовых методов для измерений и поиска источников повышенного шумоизлучения движущихся объектов, чья эффективность в значительной степени зависит от точности определения проходных характеристик исследуемых шумящих объектов в условиях зашумленных акваторий. Был разработан метод траекторно-пространственной фильтрации потоков акустической мощности (ПАМ) и проведено исследование его эффективности. Метод позволяет эффективно выделять акустические характеристики движущегося источника шумоизлучения в длительном промежутке времени и подавлять окружающие мешающие источники.

24.01-01.200 Обоснование характеристик аппаратуры сетевой гидроакустической связи, обеспечивающей решение практических задач. *Машошин А.И., Скородумов Ю.М.* Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент.

2022 г.) СПб. 2023, с. 143-146. Рус.

Обосновываются характеристики аппаратуры сетевой гидроакустической связи (предельное количество абонентов сети, дальность действия, точность взаимного позиционирования абонентов), вытекающие из практических задач, при решении которых применение аппаратуры сетевой гидроакустической связи является необходимым условием. К таким задачам относятся: поиск подводных объектов при помощи стационарной и мобильной распределённых систем подводного наблюдения, борьба с минной опасностью, поиск затонувших объектов, сейсморазведка залежей углеводородов на морском шельфе.

24.01-01.201 Вторичное гидроакустическое поле многослойных конструкций. *Клячкин А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 343-346. Рус.

Рассматривается вторичное гидроакустическое поле, возникающее в результате падения звука на многослойную конструкцию. На основе аналитической физико-математической модели выполнены численные расчеты. Показана возможность минимизации отраженного поля с помощью согласования импедансов слоев.

24.01-01.202 Метод конечно-элементного моделирования гидродинамического шума, возникающего при обтекании упругих тел. *Суворов А.С., Соков Е.М., Вировлянский А.Л., Еремеев В.О., Балакирева Н.В. Акустический журнал.* 2023. 69, № 6, с. 713-721. Рус.

Представлен конечно-элементный метод расчета гидродинамического шума, возбуждаемого турбулентными пульсациями жидкости в присутствии упругого тела. Традиционный подход к решению этой задачи на основе прямого решения уравнения Лайтхилла требует большого объема вычислений. Показано, что ситуация существенно упрощается при расчете компонента шума на относительно низких частотах, которые отвечают длинам волн, превышающим размеры турбулентной области. В этом случае шумовое поле удается выразить через давление турбулентных пульсаций на поверхности упругого тела, найденное в приближении несжимаемой жидкости. Статья подготовлена по материалам доклада, представленного на IX Российской конференции “Вычислительный эксперимент в аэроакустике и аэродинамике”, г. Светлогорск, 26 сентября—1 октября 2022 г.

См. также **24.01-01.46, 24.01-01.84, 24.01-01.132, 24.01-01.134, 24.01-01.135, 24.01-01.136, 24.01-01.137, 24.01-01.159, 24.01-01.180, 24.01-01.181**

Лабораторное экспериментальное моделирование

24.01-01.203 Анализ эффективности использования FPGA в гидроакустических телекоммуникационных системах. *Линник М.А., Карabanов И.В., Мирнов А.С., Бурдинский И.Н. Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 55-летию Тихоокеанского государственного университета).* Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2013, с. 203-208. Рус.

24.01-01.204 Организация стенда отладки систем освещения подводной обстановки. *Шафранюк А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 147-150. Рус.

Рассматривается опыт разработки имитационной части стенда сопровождения и отладки алгоритмического и программного обеспечения гидроакустических систем. Приводятся временные характеристики имитационного программного обеспечения, общие подходы к организации и моделированию, формированию отладочных данных. Приводится оценка характеристик основной части имитационного программного обеспечения, осуществляющей генерацию сигналов по выходам антенных решёток. Дается оценка возможности построения таких моделей, работающих в реальном времени.

24.01-01.205 Имитационная модель системы освещения ледовой обстановки. *Шафранюк А.В., Добриков Д.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 151-154. Рус.

Рассматривается построение декларативной модели системы освещения ледовой обстановки с использованием гидролокации. Приводятся ключевые моменты алгоритма, позволяющего формировать выход первичной обработки информации для стендовой отладки последующих уровней обработки в системе.

24.01-01.206 Особенности работы разнотипных усилителей мощности в составе гидроакустических передающих устройств. *Александров В.А., Казаков Ю.В., Маркова Л.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 397-401. Рус.

Представлены результаты исследований потерь энергии в линейных и ключевых усилителях при работе на гидроакустический излучатель. Дано сравнение относительных потерь энергии со звеном рекуперации и без него в линейных усилителях. Проанализированы энергетические характеристики линейных и ключевых усилителей мощности, показана перспектива использования усилителей класса D для устройств большой мощности в гидроакустических передающих трактах (ГАПТ).

24.01-01.207 Основные принципы реализации и расчет статических потерь в ключевых усилителях мощности с учетом высокочастотных составляющих тока фильтра нижних частот. *Александров В.А., Казаков Ю.В., Маркова Л.В., Симонова Г.С. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 402-405. Рус.

Показаны основные характеристики, которые необходимо учитывать при разработке ключевых усилителей мощности (КУМ). Графически представлены зависимости амплитуд и типовых потерь для усилителей класса D при работе на различные нагрузки. По результатам исследования сформулированы основные условия построения КУМ.

24.01-01.208 Высокоточные измерители скорости звука в воде. *Ломовацкий Ю.А. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 406-409. Рус.

Приведены и рассмотрены конструкторские решения и принципы построения созданного во ВНИИФТРИ Государственного первичного эталона единицы скорости звука в жидких средах ГЭТ 201 2012 и рабочего эталона единицы скорости звука в водной среде. Рассмотрены проблемы, возникшие при его эксплуатации и способы решения данных проблем. Проведен анализ состояния и перспективы развития в области обеспечения единства измерений скорости звука в водной среде.

24.01-01.209 Применение новых бинарных кодов для передачи данных в гидроакустических системах связи. *Родионов А.Ю., Кирьянов А.В., Кулик С.Ю., Михайленко О.С. Морские интеллектуальные технологии.* 2023, № 4-3, с. 112-118. Рус.

рассматриваются вопросы поиска двоичных псевдослучайных последовательностей с автокорреляционной функцией с минимальным уровнем боковых лепестков, предназначенных для использования в гидроакустических системах передачи информации и формирования помехозащищенных навигационных посылок. Предложен новый многопозиционный метод передачи информации на базе найденных последовательностей, обладающей повышенной помехозащищенностью в гидроакустических каналах связи с малым временем когерентности и со значительным уровнем фоновых стохастических помех. Приведено сравнение автокорреляционной функции длиной 15 элементов непериодической M-последовательности и нового кода. Представлены результаты экспериментов по передаче данных и измерению дальности на базе предложенных последовательностей и методов на гидроакустических модемах АТМ-28 разработки ООО «Аквателеком». Полученные результаты свидетельствуют о применимости предложенных подходов в системе гидро-

акустической связи и подводной навигации. Ключевые слова: гидроакустическая связь, подводная навигация, двоичные псевдослучайные последовательности.

См. также 24.01-01.17, 24.01-01.46, 24.01-01.47, 24.01-01.123, 24.01-01.144, 24.01-01.145, 24.01-01.146, 24.01-01.147, 24.01-01.148, 24.01-01.149, 24.01-01.150, 24.01-01.151, 24.01-01.152, 24.01-01.153, 24.01-01.154, 24.01-01.155, 24.01-01.156, 24.01-01.157, 24.01-01.160, 24.01-01.161, 24.01-01.162, 24.01-01.163, 24.01-01.164, 24.01-01.165, 24.01-01.166, 24.01-01.167, 24.01-01.168, 24.01-01.169, 24.01-01.171, 24.01-01.172, 24.01-01.173, 24.01-01.174, 24.01-01.175, 24.01-01.176, 24.01-01.177, 24.01-01.182, 24.01-01.183, 24.01-01.185, 24.01-01.186, 24.01-01.190, 24.01-01.191, 24.01-01.192, 24.01-01.193, 24.01-01.194, 24.01-01.195, 24.01-01.196, 24.01-01.197, 24.01-01.199

Атмосферная и аэроакустика

Инфразвуковые и акустико-гравитационные волны

24.01-01.210 Выделение спектра вторичных акустико-гравитационных волн в средней и верхней атмосфере в численной модели высокого разрешения. *Гаврилов Н.М., Кшевцевский С.П. Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 3, с. 93-99. Рус.

В последнее время значительное внимание уделяется исследованию так называемых вторичных акустико-гравитационных волн (АГВ), возникающих в результате неустойчивости и нелинейных взаимодействий первичных волновых мод, распространяющихся от атмосферных источников, между собой и со средним потоком. В данной работе впервые выполнено разделение горизонтальных пространственных спектров первичных и вторичных АГВ на фиксированных высотных уровнях в средней и верхней атмосфере в различные моменты времени, которые рассчитываются с помощью трехмерной нелинейной модели высокого разрешения AtmoSym. Показано, что через небольшое время после включения источника плоских волн на нижней границе модели спектр состоит из пика, соответствующего первичной АГВ, и квазибелого шума, образуемого случайными возмущениями атмосферы и шумами численной модели. Позднее в спектрах появляются пики вторичных волн на горизонтальных волновых числах, кратных волновым числам первичной АГВ. Предлагаемое разделение спектров первичных и вторичных АГВ позволяет оценивать относительный вклад вторичных АГВ на различных высотах, в разное время и при разной устойчивости фоновых профилей температуры и ветра в атмосфере.

См. также 24.01-01.109, 24.01-01.110, 24.01-01.130

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

См. 24.01-01.39

Распространение и рассеяние на турбулентности и на неоднородных течениях

См. 24.01-01.131

Аэро-термо-акустика и акустика горения

24.01-01.211 Горение керосина в сверхзвуковом потоке при числе Маха $M=1.7$ под действием газодинамических импульсов. *Замураев В.П., Калинина А.П. Инженерно-физический журнал.* 2023. 96, № 4, с. 905-911. Рус.

Численно изучается горение керосина в модельной камере сгорания при числе Маха потока $M=1.7$ и температуре торможения 1400 К. Для воспламенения подаваемого через осевой инжектор топлива и поддержки его горения применяется импульсно-периодическое газодинамическое воздействие. Ре-

шаются осредненные по Рейнольдсу уравнения Навье—Стокса, замыкаемые $\kappa-\epsilon$ моделью турбулентности. Горение топлива воспроизводилось с помощью одной реакции. Расчеты проведены для различных длин канала. Изучена газодинамическая структура течения при нестационарном горении керосина. Исследована возможность формирования околосреднего режима течения. Определена мощность газодинамического воздействия. Ключевые слова: горение керосина, сверхзвуковой поток, дроселирующая струя, околосреднего режима.

24.01-01.212 Численное исследование распространения детонационных волн в неоднородных газозвзвесах унитарного топлива в резко расширяющихся трубах. *Назаров У.А. Инженерно-физический журнал.* 2023. 96, № 4, с. 937-944. Рус.

Приведены результаты численного исследования распространения детонационных волн в резко расширяющихся трубах, полностью или частично заполненных газозвзвесью унитарного топлива. Изучено влияние параметров газозвзвесей и трубопровода, а также поперечные пространственные неоднородности распределения концентрации частиц в трубах. Установлено, что критическое значение высоты поперечной пространственной неоднородности монотонно уменьшается с ростом относительного массового содержания взвеси. Приведены зависимости критического диаметра частиц от их относительного массового содержания. Ключевые слова: горение, детонация, ударная волна, детонационная волна, фронт горения частицы, фронт горения унитарного топлива, трубопровод, массовое содержание частиц.

Ударные и взрывные волны, звуковой удар

См. 24.01-01.71

Авиационная акустика

24.01-01.213 Асимметрия течения при взаимодействии скачка уплотнения с пограничным слоем на продольно-ребристой поверхности. *Мажуль И.И. Инженерно-физический журнал.* 2023. 96, № 4, с. 999-1016. Рус.

Выполнены численные исследования асимметрии течения в канале воздухозаборника при взаимодействии скачка уплотнения, генерируемого обечайкой воздухозаборника, с пограничным слоем в его канале, имеющем продольно-ребристую нижнюю поверхность, на основе осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье—Стокса и модели турбулентности SST $\kappa-w$. Получены данные по структуре течения в модели такого канала, содержащей сужающийся входной участок и последующий участок постоянного поперечного сечения, распределению предельных линий тока на продольно-ребристой поверхности канала, профилям скорости течения и полного давления в пограничном слое в канале при числе Маха набегающего потока $M=4$. Ключевые слова: численное моделирование, сверхзвуковое течение, прямоугольный канал, продольно-ребристая поверхность, асимметрия течения.

См. также 24.01-01.90

Колебания тел и структур в потоке, аэроупругость

24.01-01.214 Математическое моделирование самовозбуждающихся колебаний по тангажу коническо-сферического тела при числе Маха $M=1,75$ с использованием гипотезы вынужденных колебаний. *Часовников Е.А. Теплофиз. и аэромех.* 2023, № 5, с. 951-964. Рус.

Для моделирования самовозбуждающихся колебаний тела

предложена гипотеза формирования периодических вихревых структур в донном следе, частота схода которых совпадает с собственной частотой колебаний тела, а их силовое воздействие на тело математически описывается гармонической функцией времени. Получены аналитические формулы для аэродинамических производных и эквивалентных аэродинамических производных. Показано, что математическая модель удовлетворительно описывает зависимости угла тангажа от времени и зависимости эквивалентных аэродинамических производных от амплитуды колебаний для двух моментов инерции тела. Математическая модель прогнозирует гиперболический закон зависимости амплитуды автоколебаний от приведенной частоты.

Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика

Лабораторные исследования линейных и нелинейных свойств скальных пород, грунтов, глин, сыпучих сред и моделей геологических структур

24.01-01.215 Численная модель полей давления и скорости при осесимметричной фильтрации в несовершенном вскрытом пласте. *Филиппов А.И., Азметова О.В., Губайдуллин М.Р. Инженерно-физический журнал.* 2023. 96, № 4, с. 953-964. Рус.

Представлена математическая модель полей давления и скорости, возникающих при притоке углеводородов в скважину конечного радиуса из частично вскрытых пластов-коллекторов. Предполагается, что двумерное течение, инициируемое заданной депрессией в несовершенном вскрытом пласте, является осесимметричным. Приведена математическая постановка задачи в цилиндрической геометрии о поле давления в изолированном изотропном однородном пласте, границы которого не совпадают с граничными точками интервала перфорации. Описана конечно-разностная модель, на основе которой составлена программа для расчетов полей давления и скорости в пласте, и выполнены вычислительные эксперименты, позволившие выявить новые практически важные закономерности течения, возникающие в реальных коллекторах нефти и газа. Показаны пространственно-временные зависимости поля давления в нефтегазовом пласте, поперечной, радиальной компонент и модуля скорости фильтрации углеводородов, иллюстрирующие особенности двумерного течения при несовершенном вскрытии пласта и основные отличия от хорошо изученного случая плоско-радиального одномерного течения к скважине конечного радиуса. На основе анализа линий уровня выявлены новые физические закономерности течения, связанные с неполной перфорацией толщины пласта-коллектора. С помощью вычислительных экспериментов установлено, что при осесимметричном течении в пласте неизбежно возникают вертикальные потоки, которые обращаются в нуль на выходе из пласта в скважину. Подтверждено, что в однородных не полностью вскрытых коллекторах всегда возникают межслойные перетоки в прискважинной зоне, а радиальная компонента фильтрационной скорости при двухмерном осесимметричном течении в несовершенном вскрытом однородном изотропном пласте зависит от вертикальной координаты. Это означает, что приток в скважину не является равномерно распределенным по толщине пласта, а максимум модуля горизонтальной компоненты скорости на всех кривых достигается на границах интервала перфорации. В случае двумерного течения в центре интервала перфорации, одинаково удаленного от верхней и нижней границ нефтегазового пласта, наблюдается минимальный удельный приток. Ключевые слова: фильтрация, несовершенное вскрытие, уравнение пьезопроводности, двумерное течение, конечно-разностная программа, поле давления, поле скорости.

24.01-01.216 Инициация процесса накопления микротрещин в граните при сочетании статического и ударного нагружения. Триггерный эффект. *Щербатов И.П., Магмудов Х.Ф., Чмель А.Е. Журнал технической физики.* 2024. 94, № 1, с. 48-52. Рус.

Методом лабораторного модельного эксперимента исследованы процессы накопления гипоцентров и распространения трещин. Ударная волна в одноосно сжатом граните возбуждалась маятниковым копром, направленным поперечно компрессии. Выделение энергии при накоплении микротрещин и формировании локального повреждения регистрировалось методом акустической эмиссии. Было обнаружено, что при статическом давлении, далеком от заранее измеренного порога глобального разрушения образца, выход энергии индуцированных копром микротрещин имеет несколько стадий с различным наклоном кривой накопления. При увеличении сжимающего давления на образец порог разрушения при ударном воздействии снижался на 5–20% в зависимости от установленной энергии копра, т. е. проявлялся триггерный эффект. Ключевые слова: гранит, ударное разрушение, акустическая эмиссия, триггерный эффект.

Акустические волны в многофазных средах

24.01-01.217 Модель формирования акустических характеристик твердых сред с упорядоченной трещиноватостью. *Аббакумов К.Е., Вагин А.В., Вьюгинова А.А., Сидоренко И.Г., Сергеев С.С. Известия вузов России. Радиоэлектроника.* 2023. 26, № 6, с. 94-102. Рус.

Введение. Появление новых конструкционных материалов и совершенствование имеющихся технологий изготовления из них новых видов изделий приводят к появлению новых видов нарушений сплошности. В связи с этим актуальной для целей неразрушающего контроля и структурометрии является задача разработки новых моделей нарушений сплошности, учитывающих ранее не принимавшиеся во внимание параметры. Цель работы. Теоретическое описание процессов распространения упругих волн через среду, содержащую упорядоченную решетку микротрещин с граничными условиями в приближении "линейного скольжения модернизированными с учетом параметров микровыступов шероховатых границ микротрещин. Формирование базы данных для экспериментальных исследований при определении физико-механических характеристик конструкционных материалов. Материалы и методы. Акустические характеристики материалов определялись на основе вывода и решений дисперсионных уравнений, описывающих образование и распространение в упругих средах с упорядоченной трещиноватостью эффективных продольных и поперечных, а также поверхностных волн. Результаты. Результаты моделирования процессов формирования упругих волн показали, что увеличение концентрации микротрещин приводит к уменьшению значений фазовых скоростей эффективных продольных, поперечных и поверхностных волн и повышению коэффициентов затухания при заданных значениях частоты ультразвука и параметров материала. Заключение. Учетные параметры модели: среднее значение радиуса микросферы, замещающей микровыступ поверхности, и параметр шероховатости R_z существенно влияют на формирование физико-механических характеристик материалов, определяемых по результатам ультразвуковых измерений. Разработанная модель может рекомендоваться в качестве научной базы для интерпретации результатов ультразвуковых измерений.

См. также 24.01-01.215

Теория линейных и нелинейных волн в геологических структурах

24.01-01.218 Вычисления по Тейлору: одномерная сейсмическая модель ледникового района выброса метана. *Смагличенко Т.А., Смагличенко А.В., Саянкина М.К. Информационные технологии и вычислительные системы.* 2023, № 3, с. 62-69. Рус.

Для идентификации зон повышенного экологического риска в связи с выбросом метана в арктических районах построена модель изменения скорости сейсмической волны с глубиной. Разработанный ранее авторами метод минимальной одномерной линейной градиентной модели впервые используется для нахождения параметров сейсмической модели в системе «вулкан-ледник» на юге Исландии. Оригинальность метода заключается в том, что линеаризация функции по Тейлору осуществляется не по отношению к переменным, от которых зависит функция, а по отношению к параметрам, описывающим другую функцию, определяющую поведение исходной функции. В работе представлено расширенное описание приближенных расчетов, реализующих метод в случае рефрагированных волн. Найденная оценка модели может быть использована при планировании добычи нефти и газа в Арктике. Уточнение модели возможно на основе обработки данных для разных временных интервалов.

Сейсмическое зондирование геологических структур

24.01-01.219 Применение сеточно-характеристического метода для моделирования распространения упругих волн в геологических средах с наличием трещин с использованием наложенных сеток. *Митьковец И.А. Тр. МФТИ.* 2023. 15, № 2, с. 23-38. Рус.

Исследование зон геологических разломов важно для определения запасов нефти и газа в месторождениях. Для моделирования рассеяния волн в зонах трещиноватости используют численные методы на структурированных вычислительных сетках для оптимизации вычислительных ресурсов. Однако эти методы позволяют рассчитать рассеяние волн на трещинах только в направлении координатных осей. Чтобы моделировать более реалистичные трещиноватые поля, используют численные методы на неструктурированных вычислительных сетках или структурированных криволинейных вычислительных сетках, требующих больших вычислительных мощностей и важных при решении обратных задач. В данной работе предлагается численный метод с использованием наложенных сеток, где расчеты проводятся на структурированных регулярных вычислительных сетках с наложенными сетками, повернутыми вдоль трещин. Основным фактором является аналитическое задание якобиана вращения объектов, описывающих трещину, и малый локальный размер наложенных вычислительных сеток для экономии вычислительных ресурсов. Ключевые слова: наложенные сетки, сеточно-характеристический метод, упругие волны, распространение волн, сейсморазведка, трещины, геологические разломы, рассеяние волн.

24.01-01.220 Граничные и контактные условия повышенного порядка аппроксимации для сеточно-характеристических схем в задачах акустики. *Шевченко А.В., Голубев В.И. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023. 63, № 10, с. 1600-1613. Рус.

При описании процесса распространения сейсмических волн в геологических средах используются линейные гиперболические системы уравнений. Они соответствуют акустической, изотропной и анизотропной линейно-упругой, пористой флюидонасыщенной моделям. Для их численного решения успешно применяются сеточно-характеристические схемы, учитывающие распространение разрывов решения вдоль характеристик. Важным свойством используемых на практике схем является повышенный порядок аппроксимации, позволяющий четко разрешать волновые фронты отдельных сигналов. При этом значительное внимание исследователей было уделено его дости-

жению во внутренних точках расчетной области. В настоящей работе исследуется вопрос аппроксимации схемы вплоть до границы области включительно. Предложен подход, позволяющий с высокой точностью обеспечивать постановку произвольных линейных граничных и контактных условий. Все рассмотрение проведено для случая одномерной системы уравнений акустики с постоянными коэффициентами.

24.01-01.221 Моделирование распространения динамических возмущений, в пористых средах сеточно-характеристическим методом с явным выделением неоднородностей. *Митьковец И.А., Хохлов Н.И. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023. 63, № 10, с. 1706-1720. Рус.

Рассматривается вопрос численного моделирования распространения волновых возмущений в гетерогенных средах с наличием пористых включений, а также вопрос явного выделения пористых неоднородностей. В качестве подхода для явного выделения неоднородностей предложен метод наложенных сеток. Для численного решения возникающих систем дифференциальных уравнений в частных производных применяется сеточно-характеристический метод. Рассмотрены особенности предложенного метода, проведена верификация предложенных алгоритмов, приводится серия тестовых расчетов.

24.01-01.222 Опыт применения и возможности комплекса пассивных сейсмических методов для изучения глубинного строения земной коры. *Антоновская Г.Н., Данилов К.Б., Басакина И.М., Афонин Н.Ю., Капустян Н.К. Геофизические исследования.* 2023. 24, № 3, с. 5-29. Рус.

На экспериментальных примерах представлен анализ возможностей комплекса пассивных сейсмических методов для изучения геологического строения верхней части земной коры по сравнению с активными методами. В комплекс пассивных методов включены: метод микросейсмического зондирования, метод Накамуры (HVSR), сейсмическая интерферометрия, для техногенных площадок — вибропросвечивание техногенным источником. Рассмотрено три примера: зона платформенного тектонического землетрясения, кимберлитовая трубка, плотина ГЭС с площадкой её размещения. Показано согласие результатов применения пассивных и активных сейсмических методов, при этом первые дают “размытое” положение горизонтальных границ, но эффективны в выделении близвертикальных неоднородностей. Комплекс пассивных сейсмических методов эффективен для рекогносцировочных исследований, труднодоступных районов или там, где сложно развернуть системы наблюдения активными методами. Он позволяет выполнить одновременную обработку полученной сейсмической записи разными пассивными методами. Кроме того, при проведении исследований указанный комплекс допускает использование малого количества датчиков — минимум двух.

24.01-01.223 Оценка разрешающей способности преломлённых и отражённых волн при межскважинных исследованиях на основании моделирования объёма Френеля. *Чугаев А.В. Геофизические исследования.* 2023. 24, № 3, с. 69-86. Рус.

Рассмотрены принципы распространения и регистрации сейсмоакустических импульсов в трёхмерном пространстве на примере межскважинного просвечивания вблизи границы с резким скачком скоростей упругих волн. Выполнено моделирование конструктивной интерференции для оценки объёма первой зоны Френеля и разрешающей способности сейсмических исследований на преломлённых и отражённых волнах в скважинах в 2D и 3D-вариантах. Показано, что объём Френеля головных волн сжимается вдоль плоскости границы тем больше, чем дальше от этой границы источник и приёмник колебаний. Приведены расчёты объёма Френеля преломлённых и отражённых волн при различных вариантах взаимного положения источников и приёмников. Сделан вывод, что проекция объёма Френеля головной волны на плоскость высокоскоростного преломляющего слоя может быть найдена путём сноса точек возбуждения и приёма по нормали к этому слою. Как следствие, если при межскважинном просвечивании скважины перпендикулярны преломляющему слою, то проекция объёма Френеля

головных волн на этот слой практически не зависит от положения источника и приёмника в скважине. Получены количественные оценки разрешающей способности скважинных сейсмоакустических методик изучения породного массива.

См. также **24.01-01.218**

Акустическое и вибрационное воздействие на нефте- и газоносные структуры

24.01-01.224 Динамика полей давления в пласте и в трещине ГРП при собственных колебаниях столба жидкости в скважине. *Шагапов В.Ш., Рафикова Г.Р., Мамаева З.З. Инженерно-физический журнал. 2023. 96, № 6, с. 1494-1501. Рус.*

Исследована задача о собственных колебаниях столба жидкости в вертикальной скважине, возникших вследствие резкого закрытия скважины. Построена математическая модель процесса собственных колебаний столба жидкости в скважине, общающейся с пластом через проницаемые стенки открытого участка и трещину ГРП. Рассмотрена динамика фильтрационных полей давления в пласте и в трещине ГРП вблизи призабойной зоны скважины. Проанализировано влияние проницаемости пласта, проводимости трещины ГРП и длины скважины на характер и глубину проникновения фильтрационных возмущений давления при собственных колебаниях столба жидкости в скважине. Установлено, что данный способ диагностики скважин достаточно информативный и позволяет получить сведения о коллекторских характеристиках трещины ГРП и прилегающей к скважине зоне пласта. Ключевые слова: скважина, нефть, гидроудар, собственные колебания жидкости, трещина ГРП, фильтрационные возмущения.

24.01-01.225 Влияние конвективного усиления на аэроакустические колебания в магистральном газопроводе. *Ямкин А.В., Ямкин М.А., Бубенчиков М.А. Известия Томского политехнического университета. 2023. 334, № 11, с. 94-107. Рус.*

Актуальность исследования обусловлена возрастающими требованиями к надежности и безопасности магистральных газопроводов. Одним из перспективных методов, обеспечивающих соблюдение этих требований, является оснащение газопроводов системами аэроакустического мониторинга. Данные системы позволяют обнаруживать утечки и механические воздействия на трубу путем регистрации аэроакустических колебаний, распространяющихся в транспортируемом газе. При этом остается актуальным вопрос повышения точности таких систем за счет более полного учета влияния потока газа на аэроакустические колебания, в том числе за счет учета влияния эффекта конвективного усиления. Данный эффект выявлен при исследованиях распространения аэроакустических колебаний в воздуховодах, турбинах, а также при исследованиях распространения звука от движущихся самолетов и скоростных поездов, но не описан применительно к газопроводам. В данной статье приведены экспериментальные данные, подтверждающие влияние конвективного усиления на амплитуду аэроакустических колебаний в магистральном газопроводе, приведено количественное описание влияния данного эффекта, а также показана возможность повышения точности систем аэроакустического мониторинга за счет учета конвективного усиления. Цель: подтверждение наличия эффекта конвективного усиления при распространении аэроакустических колебаний в магистральном газопроводе. Объект: линейная часть магистрального газопровода. Методы: использование системы аэроакустического мониторинга газопроводов для регистрации аэроакустических колебаний при движении очистного внутритрубного устройства и при имитации утечек; сравнение амплитуды аэроакустических колебаний, распространяющихся вверх и вниз по течению транспортируемого газа в газопроводе. Результаты. Экспериментально подтверждено наличие эффекта конвективного усиления амплитуды аэроакустических колебаний, возникающих в газопроводе при движении внутритрубного устройства и имитации утечек; приведена количественная оценка влияния конвективного усиления на амплитуду и отношение сигнал/шум аэроакустических колебаний; приведен примерный расчет, показывающий

влияние эффекта конвективного усиления на точность определения линейной координаты источника акустических колебаний в газопроводе. Выводы. При распространении аэроакустических колебаний вверх по течению газа их амплитуда выше, чем при распространении вниз по течению газа, на одинаковом расстоянии от источника. Величина в разнице амплитуд сопоставима с величиной конвективного усиления в количественном выражении. Учет эффекта конвективного усиления повышает точность определения линейной координаты источника акустических колебаний в газопроводе.

Акустика Земли и планет

24.01-01.226 Особенности синоптической динамики фронтальных зон Баренцева и Карского морей. *Кониж А.А., Зимин А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 236-237. Рус.*

Работа посвящена анализу характеристик поверхностных проявлений Полярной и Стоковой фронтальных зон за май–октябрь 2002–2020 гг. Фронтальные зоны детектировались методом кластерного анализа, применяемого к массивам температуры, солёности и их градиентов, осреднённых за синоптические (8-ми дневные) интервалы. Установлено, что в Полярной фронтальной зоне за тёплый сезон средний градиент температуры составляет $0,07^\circ\text{C}/\text{км}$, в Стоковой — $0,08^\circ\text{C}/\text{км}$. Показано, что на фоне изменения климата за рассмотренный период наблюдается уменьшение градиента температуры и площади данных фронтальных зон.

24.01-01.227 Мезомасштабные вихревые структуры и короткопериодные внутренние волны Курило-Камчатского региона по спутниковым данным. *Сергун Е.И., Зимин А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023, с. 238-240. Рус.*

Рассмотрена связь вихревой динамики и короткопериодных внутренних волн на акватории вблизи тихоокеанского шельфа Камчатского полуострова. Положение мезомасштабных вихрей определялось в поле абсолютной динамической топографии, а образованные ими фронтальные зоны выделялись по полю градиента температуры поверхности океана. Проявления волн регистрировались на радиолокационных изображениях. Показано, что области фронтальных зон мезомасштабных вихрей могут являться в данном регионе отдельным источником генерации внутренних волн.

24.01-01.228 Особенности возбуждения искусственной ионосферной турбулентности при O- и X-нагреве вблизи критической частоты слоя F2. *Борисова Т.Д., Благовещенская Н.Ф., Калишин А.С. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 1, с. 22-32. Рус.*

Представлены результаты экспериментальных исследований ориентированных вдоль внешнего магнитного поля крупномасштабных неоднородностей с повышенной плотностью электронов (дактов), температуры электронов и возбуждения продольных плазменных волн (ленгмюровских и ионно-акустических) в F-области высокоширотной ионосферы, вызванных воздействием мощных КВ-радиоволн обыкновенной (O-мода) или необыкновенной (X-мода) поляризации. Эксперименты выполнялись на нагревном стенде EISCAT/Heating (Тромсе, Норвегия). Мощные КВ-радиоволны излучались в направлении магнитного зенита при ступенчатом изменении эффективной мощности излучения на частотах f_H вблизи и ниже критической частоты слоя F2 f_0F2 . Диагностика эффектов модификации ионосферы проводилась на частоте 930 МГц радаром некогерентного рассеяния радиоволн EISCAT, пространственно совмещённым с нагревным стендом. Выполнены расчеты напряженности электрического поля мощной КВ-радиоволны вблизи высоты отражения с учетом неотклоняющего поглощения на пути распространения. Определены условия генерации и пороговые (минимальные) значения электрического поля, необходимые для возрастания электронной концентрации в широком диапазоне высот, возбуждения плазменных (ленгмюровских) и ионно-акустических волн в условиях $f_H \sim f_0 F2$ и $f_H < f_0 F2$. Обсуждаются возможные механизмы формирования

интенсивных крупномасштабных вытянутых вдоль геомагнитного поля неоднородностей с повышенной плотностью электронов выше высоты отражения мощной КВ-радиоволны О- и Х-поляризации на сотни километров.

24.01-01.229 Электромагнитные УНЧ/КНЧ-колебания, вызванные извержением вулкана Тонга. Мартинес-Беденко В.А., Пилипенко В.А., Шиокава К., Аябашев Р.Р. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 1, с. 51-59. Рус.

Извержение вулкана Тонга 13 и 15 января 2022 г. и сопровождавшая его интенсивная молниевая активность привели к возбуждению специфических электромагнитных колебаний разных частотных диапазонов. Свойства этих колебаний анализируются по данным магнитометров разных типов, расположенных на Камчатке и в Тихоокеанском регионе. Подтверждена возможность геомагнитного отклика на образование акустического резонанса между земной поверхностью и ионосферой: через ~15 мин после начала извержения на удалении ~800 км зарегистрированы локализованные гармонические колебания частотой 3.5–4.0 мГц, длившиеся ~1.5 ч. Отмечено усиление интенсивности шумановского резонанса (частота ~7.8 Гц) на станциях на Дальнем Востоке. Там же обнаружено появление широкополосного излучения в диапазоне Pс1 (2–5 Гц), стимулированного интенсивными вулканическими молниями. Это излучение, предположительно, является результатом возбуждения молниевой активностью магнитозвукового волновода в верхней ионосфере.

24.01-01.230 Оценка частот и добротностей низкочастотных тороидальных мод собственных колебаний Земли по деформографическим данным. Ольшанский А.Е., Виноградов М.П., Милоков В.К. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 5, с. 2350902. Рус.

В работе выполнены оценки параметров трёх низкочастотных тороидальных мод ${}_0T_2$, ${}_0T_3$ и ${}_0T_4$, возбужденных 13 крупнейшими землетрясениями XXI века. Оценки получены по данным Баксанского лазерного интерферометра-деформографа ГАИШ МГУ. С использованием адаптивного спектрального алгоритма получены оценки частот мод, выполнено их сравнение с моделью PREM. Найдены достоверно значимые отклонения оценок частот моды ${}_0T_4$ для ряда землетрясений, показана их возможная связь с локальными неоднородностями значений скорости сдвига и плотности Земли в верхней мантии. Изучено расщепление моды ${}_0T_2$ из-за эллиптичности и вращения Земли, получены оценки частот синглетов, возбужденных после катастрофических землетрясений на Суматре, в Японии и Чили. Выполнена оценка добротностей низкочастотных тороидальных мод тремя различными способами.

24.01-01.231 Сейсмотектоника российского сегмента Арктики. Воронина Е.В. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 6, с. 2360901. Рус.

Рассмотрены очаги наиболее сильных землетрясений российского сегмента Арктики, произошедших за весь период наблюдений, начиная с 1976 года по настоящий момент. Изучение полей напряжений и деформаций проводилось путем анализа тензора сейсмического момента зарегистрированных землетрясений. Этот анализ проводится впервые. Получены пространственные распределения коэффициента Лодэ—Надаи и скорости сейсмотектонической деформации.

24.01-01.232 Поиск импульсных ультранизкочастотных электромагнитных предвестников землетрясений. Мартинес-Беденко В.А., Пилипенко В.А., Шиока-

ва К., Касимова В.А. Геофизические исследования. 2023. 24, № 2, с. 5-24. Рус.

В литературе появились многочисленные публикации, описывающие новый сейсмо-электромагнитный эффект — возникновение магнитных импульсов длительностью 1–40 с, которые обнаруживаются за первые минуты до землетрясений даже небольшой интенсивности на удалениях до 10 тыс. км. Было сделано предположение об универсальности процессов генерации импульсных предвестников и принципиальной возможности краткосрочного (за несколько минут) предупреждения о приближающемся землетрясении. В представленной статье исследована возможность появления ультранизкочастотных импульсов, предвещающих сейсмические события с магнитудами $M=5.0$, по данным сети индукционных магнитометров на Дальнем Востоке. На записях этих высокочувствительных магнитометров постоянно встречаются импульсные возмущения, некоторые из которых наблюдаются синхронно на нескольких станциях, что исключает влияние локальных помех. Спектральный максимум порядка 7–8 Гц осцилляторной структуры, проявляющейся во многих импульсах, соответствует фундаментальной частоте Шумановского резонатора. Сопоставление магнитных наблюдений с данными сети регистрации молний WWLLN (World Wide Lightning Location Network) показало, что часть импульсов вызвана грозовыми разрядами в 650-км окрестности магнитной станции. Несмотря на то, что некоторые из импульсов наблюдаются непосредственно перед землетрясениями, говорить об их связи с сейсмической активностью с уверенностью нельзя. Подсчёт числа импульсов в пятиминутном интервале до и после сейсмического толчка показывает, что они распределены относительно момента землетрясения случайным образом. Видимо, импульсы преимущественно обусловлены ионосферным откликом на дальний грозовой разряд.

См. также **24.01-01.222**

Акустика в космологии и астрофизике

24.01-01.233 УФ-излучение первых звезд и линия поглощения 21 см нейтрального водорода. Ерошенко Ю.Н. Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 5, с. 248-253. Рус.

УФ-излучение первых звезд, формирующихся в догалактическую эпоху, приводит к выравниваю спиновой и кинетической температуры нейтрального водорода за счет эффекта Ваутхейзена—Филда, что создает условия для дополнительного поглощения реликтовых фотонов в линии 21 см. В данной работе исследовано поглощение на звуковых волнах, генерируемых эволюционирующими объектами из темной материи в масштабах масс, меньших массы Джинса. Ранее этот канал поглощения не учитывался. Выполнен расчет структуры звуковых волн и поля скоростей в них. Источник гравитационного поля, создающий волну, может находиться как на линейной стадии, если возмущение в темной материи слабое, так и на нелинейной, когда сгущение темной материи уже обособилось и вирializedось. Пекулярные скорости барионов в звуковой волне (во втором порядке по скорости) ответственны за дополнительное поглощение реликтового излучения в линии 21 см. Хотя эффект дополнительного поглощения мал, с повышением точности наблюдений он может быть замечен. Дополнительное поглощение может иметь большую величину в случае нестандартного спектра космологических возмущений на малых масштабах. Поглощение реликтового излучения в линии 21 см может давать косвенную информацию об УФ-фоне в ранней Вселенной и его источниках.

Акустическая экология; Шумы и вибрации

Шумы и вибрации в воздушной среде

24.01-01.234 Методика оценки акустического поля от автотранспортного потока. Шашурин А.Е., Васи-

льев В.А. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023, № 8, с. 601-611. Рус.

Описан алгоритм расчета ожидаемого звукового поля от автотранспортного потока различной конфигурации на примыкающей территории и территории, прилегающей к фаса-

ду. Представлен алгоритм разбиения линейного источника на серию эквивалентных точечных и пересчет уровней звуковой мощности при переходе от линейного к точечному. Приведены выводы формул, на основе развития теории волновой акустики, используемых для расчета звукового поля для различных расчетных схем. Представлены результаты сравнения предложенной методики с результатами расчетов по методу конечных элементов и результатов натурных измерений.

24.01-01.235 Локальный метод разделения звуковых и псевдозвуковых пульсаций давления. *Бычков О.П., Фараносов Г.А. Акустический журнал.* 2023, № 6, с. 722-736. Рус.

Предложен новый способ разделения звуковых и псевдозвуковых пульсаций давления, основанный на анализе сигналов в паре близкорасположенных точек, так что общий размер измерительной зоны много меньше масштаба корреляции псевдозвуковых возмущений. Предполагается, что гидродинамические пульсации распространяются со скоростью, существенно меньшей скорости звука, и подчиняются модели “вмороженных” возмущений, что позволяет в режиме реального времени или при постобработке данных преобразовать пространственную производную сигнала во временную, которая после интегрирования по времени дает оценку псевдозвуковых возмущений в точке измерения. Представлены теоретическая модель предложенного подхода, результаты тестов на модельных примерах и данные численного моделирования.

Подводные шумы и вибрации

См. **24.01-01.202, 24.01-01.235**

Структурная акустика и вибрации

См. **24.01-01.23, 24.01-01.24, 24.01-01.141, 24.01-01.214**

Поглотители слабых и интенсивных акустических волн

24.01-01.236 Применение объемных элементов звукопоглощения в диссипативных пластинчатых глушителях шума. *Чугунков Д.В., Журавлев Е.А., Лешко М.Ю. Строительные материалы.* 2022, № 6, с. 41-46. Рус.

См. также **24.01-01.141**

Шумоизоляция

24.01-01.237 Применение аддитивной технологии для исследования резонансных колебаний зданий и сооружений. *Макаров К.Н., Юрченко Е.А., Юрченко Е.Е., Юрченко В.Е. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2018, № 9-10, с. 10-14. Рус.

Разработана методика исследований колебаний малоразмерных физических моделей зданий с использованием аддитивной технологии. Представлены результаты экспериментального определения резонансных частот при гармонических колебаниях и вычисления сдвига их фаз для двух малоразмерных моделей трехэтажного железобетонного здания с безригельным каркасом. Показано, что применение 3D-принтера позволяет снизить трудоемкость изготовления моделей, а также расширить возможности учета эксплуатационных дефектов зданий и сооружений, полученных от сейсмических, вибрационных и других видов колебательных воздействий на основе физического моделирования.

24.01-01.238 Технологические особенности и перспективы производства инновационного древесно-минерального композита. *Данилов В.Е., Шинкарук А.А., Айзенштадт А.М. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2019, № 7-8, с. 24-27. Рус.

Приведены технологические особенности производства древесно-минерального композита на основе коры и отходов базальта, обладающего теплзвукоизоляционными свойствами. Показано, что в зависимости от выбранного соотношения

компонентов смеси, можно получать композит с заданными эксплуатационными характеристиками. Производство нового композиционного материала позволит расширить ассортимент отечественных эффективных экологически чистых строительных материалов. На основании технико-экономических расчетов сделан вывод о том, что организация производства данных теплоизоляционных древесно-минеральных композитов в виде блоков, панелей, плит и засыпки является перспективной в экономическом плане.

24.01-01.239 Технические решения трехэтажных газобетонных зданий при сейсмичности до 9 баллов. *Лямзин А.В. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2019, № 7-8, с. 28-31. Рус.

Описан ход испытаний, проведенных для обоснования технических решений, положенных в основу «Альбома технических решений по проектированию и возведению зданий в районах строительства сейсмичностью 7, 8, 9 баллов, этажностью до 3-х этажей включительно, с несущими стенами из автоклавного газобетона D600 B3,5». Альбом разработан ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко по заказу компании «Байкальский газобетон».

24.01-01.240 Акустические испытания светопрозрачных конструкций с расширенной коробкой. *Редько Ю.Б. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2020, № 5-6, с. 77-81. Рус.

На основании информационного анализа предлагается методика, а также и приводятся полученные с ее помощью экспериментальные данные звукоизоляции блоков оконных из ПВХ профилей с расширенной коробкой.

24.01-01.241 Влияние изменения воздушной прослойки стеклопакетов на звукоизоляцию оконных блоков. *Редько Ю.Б. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2020, № 9-10, с. 69-76. Рус.

Предлагается методика, а также приводятся полученные с ее помощью экспериментальные данные о звукоизоляции блоков оконных из ПВХ-профилей с измененной воздушной прослойкой.

24.01-01.242 Звукоизоляция изделий с несимметричными прослойками. *Редько Ю.Б. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.* 2020, № 11-12, с. 55-60. Рус.

На основании информационного анализа предлагается методика, а также приводятся полученные с ее помощью экспериментальные данные о звукоизоляции блоков оконных из ПВХ-профилей в зависимости от конструкции стеклопакета.

24.01-01.243 Использование эластомеров в качестве звукопоглощающих материалов в глушителях шума вентиляционных систем. *Лешко М.Ю., Сидорина А.В., Варгасов А.В., Кошечев П.А. Строительные материалы.* 2020, № 6, с. 50-53. Рус.

Рассматриваются существующие глушители аэродинамического шума для систем вентиляции и кондиционирования воздуха и используемые в них звукопоглощающие материалы (ЗПМ). В зависимости от конструктивных особенностей они подразделяются на пластинчатые, трубчатые, канальные и камерные, а также используемые в ряде случаев облицованные изнутри ЗПМ повороты и участки каналов, указываются их достоинства и недостатки. В частности, использование в качестве ЗПМ волокнистых материалов типа минеральной ваты или супертонкого стекловолокна требует применения в конструкции глушителей защитных покрытий, препятствующих выдуванию потоком воздуха таких материалов. Конструкция защитного покрытия представляет собой, как правило, перфорированный стальной лист или металлическую сетку и стеклоткань или стеклохолст. Такие конструкции достаточно сложны технологически, а кроме того, при длительной эксплуатации волокнистые ЗПМ имеют тенденцию к осыпанию под воздействием вибраций, вызванных потоком воздуха в местах установки глушителей, что приводит к резкому снижению их эффективности. Несколько обособленно стоят камерные глушители, но они применяются крайне редко из-за больших габаритов. К достоинствам таких глушителей следует отнести достаточно большую эффективность снижения шума, особенно если входное и

выходные отверстия глушителей не осесимметричны. В настоящее время в рамках борьбы с шумом различного инженерного оборудования широкое распространение получили так называемые эластомерные материалы на основе нитрильного каучука. В основном эти материалы начали использовать в различных конструктивных системах звукоизоляции, но такие материалы можно использовать и в качестве звукопоглощающих, поскольку они имеют сравнительно высокие коэффициенты звукопоглощения. В частности, коэффициент звукопоглощения материала K-Fonik Open Cell-240 в частотном диапазоне начиная с 315 Гц составляет 0,4 и начинает повышаться, достигая от 800 до 1250 Гц — 0,95, а на более высоких частотах до 5000 Гц — в среднем 0,85. Эластомерные материалы по сравнению с волокнистыми имеют ряд преимуществ. Они не выдуваются потоком воздуха в каналах вентсистем и, следовательно, не требуют использования в конструкциях защитных слоев, устойчивы к воздействию вибраций и более технологичны при изготовлении. Тем не менее, результаты акустических испытаний глушителя шума, пластины которого выполнены из эластомера K-Fonik Open Cell-240, показали его низкую эффективность. Приведенные решения позволили повысить ее за счет конструктивных изменений пластины.

24.01-01.244 Комплексный подход к выполнению акустических расчетов при техническом обследовании аварийного жилого фонда. *Римшин В.И., Трунцов П.С., Кежко Е.С. Строительные материалы.* 2021, № 6, с. 21-24. Рус.

Звукоизоляция ограждающих конструкций является одним из существенных факторов, влияющим на комфортность проживания. В статье рассмотрена методика проведения акустического расчета при обследовании многоквартирного жилого дома. По результатам технического обследования здание признано аварийным. Было зафиксировано большое количество дефектов, которые отрицательно влияют на акустические свойства ограждающих конструкций. Для стен здания определены индексы изоляции воздушного шума, которые являются нормируемыми параметрами звукоизоляции ограждающих конструкций. Расчет индекса производился как акустически плоской конструкции сплошного сечения с учетом поверхностной плотности. Для междуэтажных перекрытий расчетным путем был определен индекс ударного шума. Сделаны выводы по результатам проведенных акустических расчетов, отражены особенности выполнения таких расчетов при техническом обследовании аварийного жилого фонда, а также влияние имеющихся дефектов на звукоизоляционную способность ограждающих конструкций.

24.01-01.245 Оценка звукоизоляции строительными конструкциями интенсивных источников импульсного шума в натуральных условиях. *Канев Н.Г., Фадеев А.С., Цукерников И.Е. Строительные материалы.* 2021, № 6, с. 25-29. Рус.

Оценка звукоизоляции импульсного шума высокого уровня строительными конструкциями — малоизученный вопрос в области строительной акустики. Это обусловлено тем, что подобные источники шума (стрелковые галереи, стрельбища и т.п.) обычно не располагаются вблизи зданий, сооружений и территорий с постоянным пребыванием людей. Тем не менее в ряде случаев такая задача может быть актуальна. В работе проведено экспериментальное сравнение передачи импульсного и постоянного шумов из одного помещения в другое. Источником импульсного шума было огнестрельное оружие четырех типов, источником постоянного шума — акустическая система. Измерения проведены в действующей стрелковой галерее и в смежных помещениях, одно из которых непосредственно граничит с галереей, а другое не имеет общих с ней ограждающих конструкций. В обоих случаях установлено, что перепад уровней звукового давления в галерее и смежном помещении значительно больше при импульсном возбуждении в октавных полосах с $f_{сг} = 31,5–250$ Гц, чем при постоянном. Полученные результаты свидетельствуют, что акустическая изоляция помещений существенным образом зависит от характера шумового воздействия: на низких частотах передача импульсного шума между помещениями значительно слабее, чем передача постоянного шума. Отмечается, что результаты в натурного эксперимента носят качественный характер; для достоверных количественных оценок изоляции импульсного шума необходимы дополнительные натурные и лабораторные исследования, которые подтвердят зафиксированный эффект, а также разработка теоретической базы для расчетов передачи импульсного шума между помещениями.

24.01-01.246 Проблемы звукоизоляции междуэтажных перекрытий в панельных зданиях и применение закона массы. *Крышов С.И., Котельников Д.Е., Градова О.В. Строительные материалы.* 2021, № 6, с. 30-32. Рус.

Рассматривается звукоизоляция междуэтажных перекрытий в жилых панельных домах на основе статистических данных испытаний, проведенных в 2020 г. сотрудниками Центра экспертиз, исследований и испытаний в строительстве по заказу Комитета государственного строительного надзора города Москвы. Выполнен анализ собранной статистики с описанием возможных причин отклонений от действующих нормативов. Проведено сравнение двух конструктивных решений пола междуэтажных перекрытий с покрытием из ламината на упругой подложке и конструкции плавающего пола, а также оценено применение закона массы, согласно которому удвоение массы однослойного ограждения способствует увеличению параметров звукоизоляции на 5–6 дБ для улучшения звукоизоляционных характеристик конструкции перекрытия. Исследование показало, что достичь повышения звукоизоляционных характеристик конструкции перекрытия возможно некоторым увеличением массы конструктивных слоев пола.

См. также **24.01-01.39**, **24.01-01.90**, **24.01-01.236**

Акустика помещений; Музыкальная акустика

Общие вопросы архитектурной акустики

24.01-01.247 Расчет индекса фанатской поддержки при акустическом проектировании крупных спортивных сооружений. *Щиржецкий Х.А., Перетокин А.В. Строительные материалы.* 2022, № 6, с. 35-40. Рус.

24.01-01.248 Аналитический расчет меры высоты — нового объективного критерия акустики храмовых зданий и сооружений. *Щиржецкий Х.А., Алешкин В.М. Строительные материалы.* 2022, № 6, с. 47. Рус.

Общие вопросы строительной акустики

24.01-01.249 ДСК «Бинокор» совместно с компанией Vollert внедряет в Узбекистане сейсмостойкую строительную систему для новых жилых площадей. *Строительные материалы.* 2019, № 3, с. 20-23. Рус.

Современная архитектура формирует нынешний облик Ташкента. Наблюдается строительный бум и постоянный спрос на новые жилые площади. Узбекистан располагается в сейсмически опасной зоне, поэтому необходимо обеспечить выполнение требований по сейсмостойкости. ДСК «Бинокор» создал строительную систему нового типа, позволяющую возводить современные конструкции жилых домов.

См. также **24.01-01.237**, **24.01-01.238**, **24.01-01.239**, **24.01-01.240**, **24.01-01.241**, **24.01-01.242**, **24.01-01.243**, **24.01-01.244**, **24.01-01.245**, **24.01-01.246**, **24.01-01.247**

Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование

Компьютерная обработка результатов эксперимента

24.01-01.250 Оценка треков резонансных частот речевого тракта. *Леонов А.С., Сорокин В.Н.* *Акустический журнал*. 2023. 69, № 6, с. 765-777. Рус.

Предлагается новый метод оценки треков формантных частот речевого тракта для произвольных речевых сегментов. Метод использует отношение двух преобразований Фурье речевого сигнала со специальными окнами экспоненциального типа, зависящими от некоторого параметра. Это отношение используется для определенных моментов времени и рассматривается как функция частоты и параметра. Анализируя для нескольких значений параметра распределение точек минимума (по частоте) для фазы этого отношения и/или аналогичное распределение точек экстремума для его амплитуды, можно оценить формантные частоты по пикам этих распределений. Представлено математическое исследование, обосновывающее такой подход. Проведены серии численных экспериментов по обработке синтетических и реальных речевых сигналов, подтвердившие работоспособность предложенного метода оценки формант. В

частности, в экспериментах с синтезированными гласными было установлено, что погрешность оценки их резонансных частот мала и устойчива по отношению к аддитивным шумам вплоть до отношения сигнал/шум +5 дБ. Для реальной речи метод позволяет вычислить треки формантных частот как для звуков с голосовым возбуждением, так и для глухих фрикативных, аспиративных взрывов и шепотной речи.

См. также **24.01-01.52**

Численное решение обратных задач

См. **24.01-01.25**

Обработка акустических изображений

См. **24.01-01.93**

Обращение фронта и времени, адаптивные системы

См. **24.01-01.93, 24.01-01.98**

Акустика живых систем; Биологическая акустика

Действие акустических колебаний на биологические среды и живые организмы

24.01-01.251 Исследование возможности применения отражательной спектроскопии для построения блока обратной связи при проведении контактной лазерной литотрипсии. *Аполихин О.И., Кудашов И.А., Щербачев А.В., Просянкин М.Ю., Анохин Н.В., Колпаков А.В., Павлов А.В.* *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2023. 26, № 5, с. 33-44. Рус.

Постановка проблемы. Эпидемиологические данные последних 30 лет свидетельствуют о значительном росте заболеваемости мочекаменной болезнью (МКБ) в общей популяции. Этим заболеванием страдают до 34% пациентов с урологическими заболеваниями и до 40% пациентов, находящихся на стационарном лечении. В России с 2005 г. отмечается неуклонный рост заболеваемости МКБ, составляющий в среднем 2–3% в год. В 2019 г. ее распространённость составила 754,5 на 100 тыс. населения. Для повышения эффективности контактной лазерной литотрипсии актуальной является задача разработки блока обратной связи, позволяющего автоматически корректировать параметры лазерного излучения в ходе операции. Цель. Определить возможность разработки обратной связи при контактной лазерной литотрипсии на основе измерения параметров спектров отражения почечных конкрементов. Результаты. Представлена классификация почечных камней на основе параметров их спектров отражения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне, а также определены наиболее информативные диапазоны длин волн для реализации в перспективе оптического блока обратной связи при контактной лазерной литотрипсии. Установлено, что наиболее распространенной в клинической практике методикой разрушения и дезинтеграции мочекаменных является лазерная литотрипсия. Практическая значимость. Развитие данного направления, в частности, разработка блока обратной связи для классификации камней даст возможность автоматически корректировать параметры лазерного излучения, позволит существенно снизить температурное воздействие на паренхиму почки и увеличит эффективность деструкции почечных камней, что приведет к сокращению времени восстановления пациентов после процедуры литотрипсии. Результаты исследования могут быть использованы для проведения разработки оптического блока обратной связи при кон-

тактной лазерной литотрипсии.

24.01-01.252 Эффекты воздействия терагерцевого излучения на живые клетки. *Рытик А.П., Тучин В.В.* *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2023. 26, № 6, с. 33-46. Рус.

Постановка проблемы. В настоящее время важной проблемой современной биофизики является необходимость исследования воздействия электромагнитного излучения на живые клетки. Поэтому обобщение, систематизация и поиск новых эффектов влияния электромагнитного излучения на живые клетки — актуальная проблема. Цель работы — исследование влияния терагерцевого излучения на живые клетки; определение новых биологических эффектов, индуцируемых этим излучением. Результаты. Представлены результаты современных исследований по воздействию электромагнитного терагерцевого излучения в диапазоне частот 0,5–100 ТГц при разном уровне плотности мощности на живые клетки. Рассмотрена проблема безопасности этого излучения для организма человека с точки зрения влияния излучения на структуры и системы биологической клетки. Практическая значимость. Анализ влияния терагерцевого излучения на биологические объекты и поиск новых биологических эффектов, индуцируемых этим излучением, позволит понять фундаментальные процессы, протекающие в живых биологических системах, не изменяя естественный ход этих процессов.

Распространение акустических волн в тканях и органах

См. **24.01-01.251**

Речеобразование и восприятие речи

24.01-01.253 Обнаружение пауз между словными фрагментами записей речевых сигналов. *Жильков Е.Г., Белов С.П., Белов А.С., Медведева А.А.* *Информационные технологии и вычислительные системы*. 2022, № 1, с. 40-46. Рус.

Рассматривается задача сегментации записей речевых сигналов на отрезки, порождаемые в присутствии речи (словные отрезки), и паузы между ними. Такая сегментация является важным этапом идентификации речевых компонент на основе некоторых признаков. Предполагается, что отрезки речевого

сигнала в паузах речи являются выборками из стационарной последовательности отсчетов, (шумы в паузах). В качестве основной характеристики шумов в паузах предлагается использовать оценки по обучающей выборке математических ожиданий частей энергий их отрезков некоторой конечной длительности в заранее определенных частотных полосах (субполосный анализ). Показано, что использование максимального из отношений частей энергий текущего анализируемого отрезка к соответствующим математическим ожиданиям частей энергий отрезков шумов позволяет в максимальной степени учесть возможное присутствие речевой компоненты. Этот эффект равносильно максимизации отношения сигнал/шум, то есть предлагаемая решающая функция в этом смысле является оптимальной.

24.01-01.254 Роль слуховой обратной связи в контроле голоса при нормальном и сниженном слухе. Лунничкин А.М., Штин К.С. Сенсорные системы. 2023. 37, № 41, с. 285-300. Рус.

Контроль голоса и речи осуществляется совместной работой прямой и обратной связей. Прямая связь отвечает за активацию выученной артикуляторной программы, в то время как обратная связь предоставляет акустическую и сенсомоторную информацию о выполнении высказывания. Их совместная работа по контролю речи описывается моделью DIVA, в основе которой лежит осуществляемая нервными центрами регуляция слуховой информации и проприорецептивных сигналов относительно артикуляторных программ. Несоответствие сенсорной информации, поступающей по обратной связи с представлением акустического сигнала в слуховой коре, вызывает корректирующие команды. У овладающих речью детей слуховая обратная связь необходима для правильного освоения артикуляционных навыков, т.е. для формирования прямой связи. По этой причине прелингвально оглохшие взрослые характеризуются значительными нарушениями артикуляции ввиду несформированности артикуляторных навыков. При постлингвальной глухоте сформированная ранее прямая связь сохраняется, что позволяет успешно произносить фонемы. Однако у людей с сенсоневральной тугоухостью ухудшается контроль фонации и артикуляции по механизму слуховой обратной связи, что выражается в увеличении громкости голоса, изменении спектральных характеристик речи и нестабильности голоса по частоте и амплитуде. Похожие речевые изменения обнаруживаются у здоровых дикторов в присутствии шума, маскирующего собственный голос говорящего (эффект Ломбарда). Речь в шуме характеризуется ростом интенсивности голоса, смещения спектральных характеристик в высокочастотную область и гиперартикуляцией. Такая речевая реорганизация представляет собой адаптацию голоса диктора к фоновому шуму, целью которой являются демаскировка голоса и восстановление слуховой обратной связи. Ключевые слова: слухоречевое взаимодействие, слуховая обратная связь, речь, голос, эффект Ломбарда, хроническая сенсоневральная тугоухость, модель DIVA.

24.01-01.255 Экспериментальные подходы к изучению локализации источников звука по расстоянию при патологии слуха. Огородникова Е.А., Клишова Е.А., Андреева И.Г. Сенсорные системы. 2023. 37, № 41, с. 301-319. Рус.

Представлен обзор современных экспериментальных подходов, которые применяют для оценки способности к локализации источников звука по расстоянию при патологии слуха. Рассмотрено влияние характерных проявлений нарушений слуха на процессы выделения основных признаков локализации — уровня сигнала, особенности его спектра, бинаурального взаимодействия при слуховом восприятии расстояния до неподвижных и движущихся источников звука или речи. В обзор включены результаты собственных исследований авторов и литературные данные об изменении разрешающей способности слуха по расстоянию при сенсоневральной тугоухости с разной степенью двусторонней и односторонней потери слуха, центральных слуховых расстройств, включая возрастные аспекты проблемы. Описан компенсаторный потенциал слуховой пространственной функции при неинвазивном и инвазивном слухопротезировании, а также при ее тренировке с применением элементов акустической виртуальной реальности. Предложен методический подход к формированию пространственных

сцен, который доступен для реализации в клинической практике. Ключевые слова: пространственный слух, сенсоневральная тугоухость, центральные слуховые расстройства, разрешающая способность слуха, локализация по расстоянию, слухопротезирование, тренировка пространственного восприятия, акустическая виртуальная реальность.

24.01-01.256 Слуховое восприятие при кохлеарной имплантации. Пудов В.И., Зонтова О.В. Сенсорные системы. 2023. 37, № 41, с. 320-329. Рус.

Кохлеарная имплантация — уникальная разработка в области протезирования сенсорных систем человека. За счет электрического раздражения слухового нерва возникают слуховые ощущения, близкие к естественным. Несмотря на значительный прогресс в разработке кохлеарных имплантов (КИ), качество слухового восприятия при их использовании существенно ограничено. Наибольшие трудности у пользователей КИ возникают в сложных ситуациях коммуникации, таких как восприятие речи в шуме или с несколькими говорящими. Существует множество факторов, как технических, так и физиологических, которые затрудняют разборчивость речи у пользователей КИ. Восприятие речи у пользователей КИ ограничено из-за низкой разрешающей способности по частоте, искажения восприятия высоты и сжатия динамического диапазона. Низкая разрешающая способность по частоте проявляется в снижении разборчивости речи и способности воспринимать музыку. Важным является вопрос о состоянии центральных механизмов слуха, особенно для детей с врожденной глухотой. С возрастом у ребенка снижается пластичность мозга и затрудняются процессы формирования центральных слуховых механизмов, поэтому желательно проводить кохлеарную имплантацию в как можно более раннем возрасте после выявления тугоухости. Изучение особенностей слухового восприятия при электрическом возбуждении слухового нерва позволяет не только предложить инновационные подходы для улучшения слуховых способностей пользователей КИ, но и определить новые направления в изучении слуховой системы человека. Ключевые слова: кохлеарная имплантация, высота звука, громкость, дифференциальный порог по частоте, разборчивость речи.

24.01-01.257 Развитие методических подходов для оценки функционального состояния лабиринта внутреннего уха. Торочина Л.В. Сенсорные системы. 2023. 37, № 41, с. 330-341. Рус.

Моделирование распространения звуковых колебаний от подножной пластинки стремени в овальном окне к воспринимающим образованиям кортиевого органа представляет собой сложную экспериментальную задачу. В поиске причин тугоухости тональная пороговая аудиометрия традиционно рассматривалась как основа диагностики. Наличие костно-воздушного интервала на аудиограмме ассоциировалось с нарушением функции среднего уха, однако, во многих случаях костно-воздушный интервал выявляется при локализации патологии в структурах внутреннего уха. В обзоре показано, что патологические состояния, нарушающие внутрилитковое звукопроводение, успешно выявляются применением компьютерной томографии височных костей. Выполнена классификация патологических состояний лабиринта, дающих костно-воздушный интервал на тональной пороговой аудиограмме. Ключевые слова: кондуктивная тугоухость, сенсоневральная тугоухость, смешанная тугоухость, звукопроводение, звуковосприятие, внутрилитковое звукопроводение, костно-воздушный интервал, тональная пороговая аудиометрия, мальформации внутреннего уха, компьютерная томография височных костей.

24.01-01.258 Особенности распознавания речевых сигналов в условиях голосовой конкуренции в норме и при нарушениях слухоречевой функции. Валякова А.А., Лабуткина О.В., Медведев И.С., Пак С.П., Огородникова Е.А. Сенсорные системы. 2023. 37, № 41, с. 342-347. Рус.

Исследовали особенности восприятия речевых сигналов в условиях голосовой конкуренции по гендерному признаку (мужской/женский голос) у испытуемых разного возраста и состояния слухоречевой функции. Психофизические измерения проводили при имитации ситуации “речевого коктейля”

путем одновременного произнесения разных слов диктором-мужчиной и диктором-женщиной. Средняя частота основного тона голоса (ЧОТ) у диктора-мужчины составляла 108 ± 5.92 Гц, у диктора-женщины — 185 ± 12.03 Гц. Оба диктора являлись нормативными носителями русского языка. Цифровые реализации записей выставляли по интенсивности и микшировали, чтобы суммарный тестовый стимул представлял собой смесь слов, произнесенных мужским (М) и женским (Ж) голосом, с синхронизацией времени начала их звучания. Тестовые речевые сигналы предъявляли через наушники или через динамик, расположенный перед аудитором на расстоянии 50 см. Сравнивали показатели времени реакции и числа правильных распознаваний слов целевого диктора (М или Ж) у четырех групп испытуемых разного возраста и слухоречевого статуса: взрослые испытуемые с нормой слуха и речи ($n=35$) и с нарушениями слуха ($n=26$); школьники с нормотипичным развитием ($n=26$) и с нарушениями речи ($n=25$). Результаты свидетельствовали об ухудшении способности выделять целевые речевые потоки в условиях голосовой конкуренции при нарушениях слуха и речи, включенных в сравнительное исследование. У испытуемых с тугоухостью и с речевыми проблемами выявлены различия в восприятии мужского и женского голоса, которые могут иметь биологическую и социальную основу. Результаты имеют практическое значение для развития системы слухоречевых тренировок и современных технологий слухопротезирования. Ключевые слова: голосовая конкуренция, распознавание речевых сигналов, речевой коктейль, гендерные различия голоса, тугоухость, нарушения речи, слухоречевая тренировка.

24.01-01.259 Психоакустическое тестирование для оценки функционального созревания центральных отделов слуховой системы. *Савенко И.В., Гарбарук Е.С., Бобошко М.Ю.* *Сенсорные системы.* 2023. 37, № 41, с. 348-362. Рус.

Адекватное возрасту морфофункциональное формирование центральных отделов слуховой системы определяет нормальную траекторию слухоречевого развития ребенка. Ее нарушение может приводить к возникновению центральных слуховых расстройств (ЦСР) и ассоциированных с ними проблем психоречевого и общего развития. Достаточно информативным и наиболее доступным диагностическим инструментом для выявления признаков ЦСР, в том числе в детской практике, может быть психоакустическое тестирование, выполнение которого возможно, начиная с возраста 4 лет, при наличии нормативных данных для различных возрастных групп. Цель исследования — аудиологическая оценка функционального состояния центральных отделов слуховой системы с использованием психоакустических методов у здоровых детей различного возраста. Материалы и методы. Обследованы 125 здоровых доношенных детей в возрасте от четырех до 17 лет с нормальной периферической слуховой функцией без слухоречевых, языковых, когнитивных и академических проблем. Дети были разделены на пять возрастных групп: 4–5 лет 11 мес; 6–7 лет 11 мес; 8–9 лет 11 мес; 10–11 лет 11 мес; 12 лет и старше. Наряду с традиционным аудиологическим обследованием всем детям проводили тесты по оценке функционального состояния центральных отделов слухового анализатора: исследование восприятия

ритмических последовательностей стимулов; тест обнаружения паузы (Random Gap Detection Test, RGDT); монауральное низко избыточное речевое тестирование в тишине и на фоне шумовой помехи; тест бинаурального взаимодействия в формате чередующейся бинаурально речи; дихотическое тестирование; тестирование с применением упрощенной версии русского матричного фразового теста в шуме (RUMatrix). Результаты. На основании сведений о чувствительности используемых тестов к функциональному состоянию различных структур центрального звена слуховой системы были продемонстрированы признаки их созревания в направлении “снизу-вверх” по мере взросления. Темп эволюционных процессов, который оценивался по результатам соответствующих тестов, зависел от возрастной группы испытуемых. Показано, что морфофункциональное развитие центрального отдела слуховой системы не завершается к подростковому возрасту. Выводы. Полученные результаты могут быть использованы для проведения дифференциальной диагностики между незрелостью центральной слуховой системы, ЦСР и слухоречевыми нарушениями иной природы у детей различных возрастных групп. Ключевые слова: центральная слуховая обработка, дети, созревание слуховых центров, центральные слуховые расстройства, временной слуховой анализ, речевые тесты.

24.01-01.260 Трудности кохлеарной имплантации при пороках развития внутреннего уха. *Тунян Н.Т., Бычкова Е.В.* *Сенсорные системы.* 2023. 37, № 41, с. 363-368. Рус.

По данным различных авторов, у 20% детей с сенсоневральной тугоухостью или глухотой по результатам компьютерной томографии определяются аномалии строения височных костей. Кохлеарная имплантация при наличии кохлеовестибулярных аномалий сопряжена с рядом трудностей. К ним относятся особенности выполнения кохлеостомии и размещения электрода внутри улитки, риск повреждения лицевого нерва из-за его аномального расположения и его aberrантная стимуляция в послеоперационном периоде, интраоперационная ликворея, что может привести к развитию бактериального менингита в послеоперационном периоде, а также опасность проникновения электрода во внутренний слуховой проход. В данной работе представлен наш способ выполнения кохлеарной имплантации при аномалии развития внутреннего уха — общей полости. Способ расширяет возможности кохлеарной имплантации для восстановления слухового восприятия у пациентов с данной патологией. Ключевые слова: кохлеарная имплантация, аномалии внутреннего уха, общая полость, кохлеостома.

См. также **24.01-01.250**

Физиологическая и психологическая акустика

См. **24.01-01.254, 24.01-01.255, 24.01-01.256, 24.01-01.257, 24.01-01.258, 24.01-01.259, 24.01-01.260**

Акустика эхолоцирующих животных

См. **24.01-01.140**

Физические основы технической акустики

Устройства для генерации, репродукции, приема акустических сигналов

24.01-01.261 Способ минимизации длин кабельных линий для подключения датчиков из состава многопозиционной системы подводного наблюдения к источникам электропитания, распределённым по площади акватории. *Митин В.Н., Терехов Ю.Е.* *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 383-386. Рус.

Разработан способ минимизации суммарной протяженности кабельных линий, соединяющих множество датчиков и

несколько источников электропитания между собой. Группа датчиков подключается к одному источнику с помощью кабельной линии с кольцевой топологией. Способ основывается на решении задачи коммивояжера, учитывает ограничение на предельное число датчиков в линии, ограничения на длины участков линий между датчиками, ограничения на количество линий, подключаемых к одному источнику.

24.01-01.262 Оценка устойчивости работы ключевых регуляторов с отрицательной обратной связью. *Калашников С.А.* *Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 387-391. Рус.

Рассмотрены основные факторы, влияющие на ограничение допустимой глубины обратной связи в ключевых регуляторах с широтно-импульсной модуляцией. Проведен анализ методов введения комбинированной обратной связи по току и напряжению позволяющие, в ряде случаев, повысить устойчивость ключевых регуляторов в режимах граничного функционирования.

24.01-01.263 Влияние фактора обрыва тока дросселя фильтра на амплитудные характеристики ключевых преобразователей напряжения. *Григорьев Р.С., Калашников С.А., Шустимов Д.И. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 392-396. Рус.

Проведен анализ искажений регулировочных характеристик одноконтурных ключевых регуляторов вследствие эффекта обрыва тока дросселя ФНЧ, приводящих к снижению динамического диапазона регулирования и ухудшению стабилизирующих характеристик. Показана целесообразность применения обратимых одноконтурных регуляторов на примере полумостовых схем.

24.01-01.264 Экспериментальная установка для оценки влияния обледенения и разрушения льда на вибрационное состояние модельного вентилятора малогабаритного летательного аппарата. *Модорский В.Я., Калюлин С.Л., Саженков Н.А. Вестник Московского авиац. ин-та.* 2023. 30, № 4, с. 19-26. Рус.

Описана специальная экспериментальная установка, представляющая собой малогабаритную аэродинамическую трубу, которая позволяет проводить исследование процессов обледенения вентиляторов беспилотных летательных аппаратов, а также оценивать влияние разрушения льда на их вибрационное состояние. Предложена экспериментальная методика оценки вибрационного состояния вентиляторов в процессе обледенения. Полученные с помощью разработанной экспериментальной методики данные показывают, что разрушение льда в процессе работы вентилятора может приводить к росту виброскоростей, замеряемых на опоре двигателя, в 5 раз, с 0,6 до 3 мм/с.

24.01-01.265 Численное моделирование ударных повреждений льдом композитных панелей самолета. *Ле В.Т. Вестник Московского авиац. ин-та.* 2023. 30, № 4, с. 120-129. Рус.

Рассматривается численное решение задачи низкоскоростного удара частицей льда по композитной панели в среде LS-DYNA. Разработана модель материала льда с описанием подбора механических характеристик, приведено обоснование выбора метода гидродинамики сглаженных частиц (SPH) для моделирования частиц града. Модель материала льда позволяет имитировать его поведение при высоких скоростях деформации. Выбрана модель композитной пластины в среде LS-DYNA, позволяющая анализировать разрушение многослойных структур. Результаты численного расчета воздействия льда на композитную панель представлены в графическом виде. Приведено сравнение результатов расчета с данными экспериментов для подтверждения достоверности и применимости представленной модели.

См. также **24.01-01.140, 24.01-01.191, 24.01-01.192, 24.01-01.193, 24.01-01.194, 24.01-01.206, 24.01-01.207, 24.01-01.208**

Акустические измерения и аппаратура

24.01-01.266 Пути совершенствования информационно-измерительных систем акустико-эмиссионной диагностики. *Овчарук В.Н. Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 55-летию Тихоокеанского государственного университета).* Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2013, с. 217-223. Рус.

24.01-01.267 Современное состояние, разработка и применение информационно-измерительных систем анализа акустической эмиссии материалов. *Овчарук В.Н. Научное обеспечение технического и социального*

развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 60-летию Тихоокеанского государственного университета). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2018, с. 80-92. Рус.

24.01-01.268 Разработка и создание стенда для исследования ультразвукового воздействия на процесс растворения углекислого газа при его барботировании. *Цыганок С.Н., Абраменко Д.С., Барсуков А.Р., Шакура В.А. Южно-Сибирский научный вестник.* 2023, № 5, с. 170-175. Рус.

Статья посвящена актуальной проблеме уменьшения углеродного следа от деятельности человека, а именно получение газогидратизатов при пропускании углекислого газа через водную среду. Проведен краткий анализ разных способов интенсификации такого процесса — абсорбции. Из рассмотренных методов как одним из перспективных предложено для интенсификации процесса абсорбции предложить применять механические колебания ультразвуковой частоты высокой интенсивности. Для количественного анализа эффективности ультразвукового воздействия на процесс абсорбции углекислого газа разработана структурная схема измерительного стенда. Выработаны требования к создаваемому измерительному стенду, в соответствие с которыми подобраны первичные измерительные преобразователи и вспомогательное оборудование. Для оценки эффективности многофакторного эксперимента предложена параметрическая математическая модель поглощения углекислого газа в водной среде. В результате выполненной работы создан измерительный стенд для исследования ультразвукового воздействия на процесс растворения углекислого газа при его барботировании, на котором планируется в дальнейшем проводить экспериментальные исследования. Ключевые слова: углеродный след, абсорбция, ультразвуковое воздействие, кавитация.

24.01-01.269 Исследование распространения гидроударной волны в стабилизаторе давления поршневого типа. *Баширина Т.А., Глебов С.Е., Аюльзин И.В. Труды МАИ.* 2023, № 133, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=177661>. Рус.

Стабилизаторы давления применяют для минимизации последствий гидравлических ударов в трубопроводах. В статье представлены результаты вычислительных экспериментов распространения волны гидравлического удара в жидкой рабочей среде в прямом трубопроводе и трубопроводе с установленным стабилизатором давления поршневого типа. Приведен аналитический расчет основных параметров рабочей среды в стабилизаторе давления в момент гидравлического удара, таких как давление гидравлического удара и период колебаний повышенного давления. В ходе верификации аналитического метода установлена относительная погрешность расчета давления гидравлического удара, составляющая менее 5%, что соответствует приемлемой инженерной точности. Определено, что использование стабилизатора давления поршневого типа снижает давление гидравлического удара более чем на 83%, что свидетельствует об эффективности разработанной конструкции.

24.01-01.270 Исследования акустических характеристик, возникающих при работе автотрис и автодрезин. *Васильева В.К. Известия Тульского государственного университета. Технические науки.* 2023, № 8, с. 205-211. Рус.

Приведены результаты экспериментальных исследования и анализ акустических характеристик при работе автодрезин и автотрис. Измерения проводились при различных условиях эксплуатации. Полученные данные позволяют судить об интенсивности процессов шумообразования и возбуждения вибраций в автотрисах и автодрезинах. Именно эти данные позволяют обосновать необходимость системы шумозащиты автотрис и автодрезин, которая должна включать следующий комплекс мероприятий, направленных на увеличение звукоизоляции кабины машиниста и пассажирского отделения, звукоизоляции компрессора и гидротрансформатора.

24.01-01.271 Теоретическое описание виброакустической динамики несущих рам автотрис дизельномонтажных и балластно-распределительных машин. *Баланов И.А., Крутова В.А., Порческо А.А., Финченко Т.А. Известия Тульского государственного универси-*

тета. *Технические науки*. 2023, № 9, с. 27-30. Рус.

Рассмотрены вопросы расчета уровня звукового давления и вибрации в кабинах транспортных средств на основе уравнений энергетического баланса, который позволяет получить выражения виброскорости в зависимости от вводимой вибро мощности внешних источников. Проведенные исследования доказывают влияние волнообразного износа рельсов на характер спектров не только шума, но и вибрации.

24.01-01.272 Исследование механических характеристик вибродемпфирующих материалов марок Sylomer и Gener. Богомолова Л.К., Смоляков М.Ю., Смирнов В.А. *Строительные материалы*. 2023, № 6, с. 4-11. Рус.

Рассмотрено поведение вибродемпфирующих материалов, используемых для снижения вибрации в конструкциях посредством поглощения энергии колебаний (демпфирования). Проведено сравнение свойств двух материалов, обладающих ячеистой структурой: Sylomer SR 110 (Австрия) и схожими, как заявляет производитель, по характеристикам Gener VX 110 (Россия). В рамках исследования выполнен комплекс испытаний по определению механических свойств указанных материалов, а также их изменению в процессе старения. Материал Gener VX 110 обладает более высокой ползучестью, чем Sylomer SR 110, а также более низкой стойкостью к старению, что приводит к значительному увеличению жесткости и снижению эффективности виброизоляции. Разброс измеренных характеристик для материала Gener VX 110 выше, чем для материала Sylomer SR 110, это требует введения дополнительных коэффициентов запаса.

См. также **24.01-01.234**, **24.01-01.247**

Акустическая диагностика и неразрушающий контроль

24.01-01.273 Анализ возможностей методов вибродиагностики для контроля технического состояния основных деталей трансмиссий вертолетов. Калинин Д.В., Земсков А.А., Куц М.С. *Авиационные двигатели*. 2022, № 4, с. 11-18. Рус.

Статья посвящена системам вибродиагностики трансмиссий вертолетов как важнейшему элементу обеспечения безопасности полетов и повышению надежности винтокрылых аппаратов. Повышать эффективность таких систем можно как развивая методы анализа и обработки сигналов, повышая точность измерительной аппаратуры, так и развивая динамические модели, позволяющие установить физическую взаимосвязь между дефектом в детали трансмиссии и изменением динамического отклика системы. В статье представлен обзор перспективных методов анализа вибраций в частотной и временной области, возникающих в процессе работы трансмиссий. Также описаны подходы на основе нейронных сетей, которые позволяют прогнозировать состояние по совокупности диагностических признаков, полученных путем обработки вибросигналов. Представлены результаты расчетно-экспериментального исследования, посвященного формированию диагностического признака усталостного разрушения зубьев колес.

24.01-01.274 Обзор моделей турбулентности, используемых в газодинамических, тепловых и прочностных расчетах турбин газотурбинного двигателя. Савин М.А., Плотников А.И., Ошивалов М.А. *Прикладная математика и вопросы управления*. 2023, № 1, с. 26-47. Рус.

Анализ газодинамических, тепловых и аэроупругих (в том числе вибрационных) процессов, протекающих в ступени газовой турбины, играет основную роль при разработке и проектировании турбин и всего газотурбинного двигателя в целом. Приводится обзор основных проблем, решаемых для газовых турбин и требующих численного анализа течения потока. Показаны особенности, возникающие при течения газа в межлопаточном канале турбины газотурбинного двигателя, а также общая структура гидродинамических пограничных слоев и вихрей, зарождающихся вдоль спинки и корыта лопатки турбины.

Осуществлен обзор классификации моделей турбулентности, а также анализ практического применения этих моделей для решения научных и прикладных задач, указанных выше. Дается общая классификация (с акцентом на авиационную отрасль) и краткое описание каждой модели турбулентности с областью ее применения (для развитого течения, для пограничных слоев и т.д.). Приводится система уравнений для URANS-моделей с описанием гипотез построения моделей Спаларта—Аллмареса, $k-\epsilon$, $k-w$, SST Ментера, SST Gamma-ReTheta. Для моделей LES, DES, DNS дается лишь их описание с достоинствами и недостатками. Анализ работ, включающих использование тех или иных моделей турбулентности, проводится для трех основных проблем: аэродинамики, охлаждения (задачи теплообмена) и прочности (аэроупругость, вибрационная стойкость, расчеты на мгновенную и усталостную прочность). Приведены наиболее часто применяемые модели турбулентности, указаны причины использования, допущения, изменения в моделях (если такие имели место), а также даны оценки качеству и точности решения как между моделями турбулентности, так и между программными комплексами, в которых производились расчеты. Оценки строились на основании выводов авторов, чьи публикации изучены для обзора, а также на основании опубликованных ими численных и графических результатов исследований. Краткий сравнительный анализ вычислительных пакетов сделан на основании документации пакетов и результатов открытых публикаций, авторы которых занимались численными исследованиями в этой области. Результаты обзора сформулированы в основных выводах.

24.01-01.275 Опыт применения автономного цифрового спектрального шумомера ГЕО-МША. Федотова М.А. *Каротажник*. 2023, № 6, с. 104-113. Рус.

Рассмотрен производственный опыт применения автономного скважинного спектрального шумомера (АШС) со стандартным комплексом каротажа (ГИС) с использованием аппаратуры ГЕО-МША. Проведена оценка целесообразности использования данного метода при контроле за разработкой месторождений во время капитального ремонта скважин и при бурении.

24.01-01.276 Обнаружение локальных областей дефектов при неразрушающем контроле протяженных изделий. Севостьянов П.А., Самойлова Т.А., Белевитин А.А., Бурдин И.М. *Инженерный вестник Дона*. 2024, № 1, http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_36__12_Sevostyanov_Samoilova_Belevitin_Burдин.pdf_46e89063ca.pdf. Рус.

Рассматривается метод обнаружения локальных участков со скрытыми дефектами у изделий, длина которых на несколько порядков больше других размеров, при обработке информации от неразрушающего контроля изделия. Для получения необходимой информации используются различные средства интроскопии и излучения разной природы. Обработка информации, получаемой с помощью сканирующего контроля, должна обнаруживать участки с дефектами и определять их природу. Для сравнения различных методов обработки и выбора оптимального способа обработки информации использован метод компьютерного моделирования, с помощью которого выполнена имитация процесс получения информации и ее обработки, что упрощает подбор наиболее подходящего способа обнаружения дефекта. В статье описаны типичные модели принимаемого сигнала и приведены результаты моделирования. Ключевые слова: дефекты, неразрушающий контроль, протяженные изделия, имитационная модель, скользящее усреднение, временные ряды.

24.01-01.277 Технология изготовления бесшовных баллонов и шаробаллонов с акустико-эмиссионной системой контроля. Лобов В.А., Фролова Е.О. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2023, № 7, с. 456-461. Рус.

Представлена технология производства бесшовных баллонов и шаробаллонов из алюминиймагниевого сплава. Проведены экспериментальные исследования и испытания, подтвердившие правильность принятых технических решений. Разработана методика неразрушающего контроля акустической эмиссией позволяющая контролировать 100% изготавливаемой продукции,

и изготовлен экспериментальный стенд. По результатам проведенных испытаний установлен характер изменения сигналов акустической эмиссии штампованных баллонов в сравнении с закатными, тем самым подтверждена их высокая конструкционная прочность и герметичность.

24.01-01.278 Исследование сеточной сходимости сеточно-характеристического метода на химерных сетках в задаче ультразвукового неразрушающего контроля рельсового полотна. *Кожемяченко А.А., Фаворская А.В. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023. 63, № 10, с. 1687-1705. Рус.

Рассматривается пример решения трехмерной прямой задачи ультразвукового контроля в рельсовом полотне, представляемого в виде линейно-упругой среды, с использованием сеточно-характеристического метода на криволинейной структурированной химерной и регулярных структурированных сетках. Между химерной и регулярными сетками используется взаимная интерполяция, учитывающая особенности перехода от криволинейной к регулярной сеткам в трехмерном пространстве. Предложен аналитический алгоритм для построения химерной сетки. Приведены анализ сходимости разработанных численных алгоритмов в зависимости от изменения шага по пространственным направлениям и сравнительный анализ полноволновых полей модуля скорости распространения возмущения от источника.

24.01-01.279 Методы фильтрации сигналов акустической эмиссии при контроле дефектообразования в процессе прямого лазерного выращивания изделий. *Алтай Е., Кузванов Д.О., Рождественский Д.А., Санников М.И., Степанова К.А. Известия высших учебных заведений. Приборостроение.* 2023. 66, № 10, с. 852-868. Рус.

Представлены результаты акустико-эмиссионного контроля дефектообразования в изделиях при прямом лазерном выращивании. Рассмотрены особенности применения метода акустической эмиссии и обработки результатов регистрации сигналов акустической эмиссии с использованием каскадной полиномиальной цифровой фильтрации. Приведены результаты экспериментальной апробации метода каскадной фильтрации для обнаружения таких дефектов внутренней структуры, как трещины и поры. Выделены фрагменты амплитудно-временных и частотно-временных диаграмм сигналов акустической эмиссии, зарегистрированных при развитии дефектов в процессе выращивания изделий. Выполнена оценка зависимости сигналов акустической эмиссии от параметров дефектообразования. Установлена взаимосвязь между параметрами сигналов акустической эмиссии и мощностью излучения лазера (характеризует процесс дефектообразования), а также содержанием азота в порошке жаропрочного сплава. Ключевые слова: акустическая эмиссия, контроль дефектообразования, аддитивное производство, прямое лазерное выращивание, фильтрация, мощность лазера, металлография, хром-никелевый сплав.

24.01-01.280 Дифференциация источников акустической эмиссии при ударном повреждении одноосно нагруженной кварцевой керамики. *Щербаков И.П., Чмель А.Е. Физика твердого тела.* 2024. 66, № 1, с. 149-153. Рус.

Одноосно сжатые образцы кварцевой керамики были подвергнуты точечному ударному повреждению, направленном ортогонально сжатию. Индуцированная ударом генерация акустической эмиссии регистрировалась в двух частотных диапазонах: 80–200 кГц и 300–500 кГц. Частота акустического импульса уменьшается с увеличением размера области излучения, а также с увеличением значений упругих характеристик его источника. Обнаружено, что распределения энергии во временных развертках акустической эмиссии, зарегистрированных в диапазоне 80–200 кГц, подчиняются степенному закону, характерному для процесса кооперативного образования микротрещин, тогда как распределения в диапазоне 300–500 кГц описываются экспоненциальной функцией, типичной для случайных, невзаимодействующих источников акустической эмиссии, таких как деформация зерен керамики. При компрессии, близкой к пределу прочности, ударное воздействие вызывало "до-

пороговое" макроразрушение образцов (триггерный эффект). Ключевые слова: керамика, SiO₂, ударное разрушение, акустическая эмиссия.

24.01-01.281 Контроль текущего рабочего состояния и прогнозирования остаточного ресурса высоковольтных изоляторов. *Голенищев-Кутузов В.А., Голенищев-Кутузов А.В., Семенников А.В., Калимуллин Р.И., Иванов Д.А. Известия РАН. Серия физическая.* 2023. 87, № 12, с. 1823-1827. Рус.

Рассмотрены особенности разработанного комплексного дистанционного метода диагностики текущего рабочего состояния и прогнозирования остаточного ресурса высоковольтных изоляторов в условиях эксплуатации. Метод основан на регистрации и последующем компьютерном анализе набора экспериментально установленных диагностических параметров частичных разрядов. Для поиска и локализации места, вида и степени опасности дефектов используется двухканальный бесконтактный метод регистрации частичных разрядов с применением электромагнитного и акустического датчиков в составе узкофокусированных антенн. Особое внимание уделено изучению влияния наиболее опасных дефектов, возникающих за счет индуцированных электрических полей, созданных предыдущими частичными разрядами.

24.01-01.282 Снижение виброактивности вентилятора системы жизнеобеспечения нефтегазовых станций. *Гаврилин А.Н., Дмитриев В.С., Ермаков Д.В., Дерусова Д.А. Известия Томского политехнического университета.* 2023. 334, № 11, с. 128-137. Рус.

Актуальность. Электромеханические вентиляторы широко используются в системах жизнеобеспечения нефтяных и газовых станций, работают в условиях вибрации, высоких скоростей вращения и нагрузок. На виброактивность электромеханического устройства влияют конструктивные, технологические и эксплуатационные причины. Наибольший «вклад» в существующие вибрации, по спектру частот, вносит неидеальность элементов конструкции шарикоподшипника: движение сепаратора, переменная жесткость при действии радиальной нагрузки, взаимодействие микронеровностей рабочих поверхностей, гранность и волнистость рабочих поверхностей колец и шариков. Кроме того, возникающие вибрации отрицательно сказываются как на надежности, так и на долговечности вентилятора. А поскольку полностью устранить виброактивность электромеханического устройства технически невозможно, целесообразно ее снизить с помощью технического решения, введя демпфирующий элемент в кинематическую цепь источника вибрации. В связи с этим разработка демпфирующего устройства является неотъемлемой технической задачей, способствующей снизить вибрационную активность технических систем жизнеобеспечения нефтегазовых станций, а также повысить качество экологических условий жизнедеятельности человека. Для снижения виброактивности предложена конструкция демпфера, учитывающая различные виды диссипации энергии. Однако, учитывая плотный спектр вибрационных частот от шарикоподшипников, в конструкцию демпфера введен вязкий элемент трения. Для определения эффективности снижения виброактивности изготовлен макет рассматриваемого демпфера на основе разработанной 3D-модели. Для испытаний в определении эффективности применения вязкого элемента трения использованы два варианта конструкции демпфера — с наличием элемента вязкого трения и при его отсутствии. Результаты испытаний макетов демпфера показали, что разработанное техническое решение для снижения виброактивности электромеханического устройства имеет практическое подтверждение в полученных результатах, а исследование, положенные в основу разработанной конструкции демпфера с вязким элементом трения, позволяло обеспечить снижение амплитуды вибрации. Объектом исследования является электромеханическое устройство в рабочем режиме. Цель: описание виброактивности в рабочем режиме электромеханического устройства во всем спектре возмущающих воздействий, действующих по осям X, Y, Z, с учетом неидеальности геометрии деталей шарикоподшипников и разработка демпфера для снижения уровня виброактивности электромеханического устройства. Методы: современные подходы вибродиагностики,

вычислительной математики, средств измерений, программное обеспечение «Виброрегистратор-Ф», «Виброрегистратор-М2», «Logger»-регистратор и «Подшипник». Результаты исследования показали эффективность предложенного технического решения для снижения амплитуды вибрации в диапазоне рабочих частот вращения ротора электромеханического устройства до 4 раз по сравнению с соответствующим максимальным значением амплитуды без его применения.

24.01-01.283 Применение метода акустической эмиссии для обнаружения диффузионных прослоек в разнородных сварных соединениях. *Барат В.А., Марченко А.Ю., Карпова М.В., Бардаков В.В., Ушанов С.В.* Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 10, с. 4-10. Рус.

Исследуется возможность выявления методом акустической эмиссии (АЭ) специфических структурных дефектов разнородных сварных соединений — карбидных и обезуглероженных прослоек, образующихся в разнородных сварных соединениях сталей аустенитного и перлитного классов в процессе сварки и при последующей эксплуатации. Диффузионные прослойки как структурный дефект обычно имеют малую толщину и не могут быть обнаружены традиционными методами неразрушающего контроля (НК), в то же время метод АЭ является перспективным для обнаружения подобного рода дефектов. Исследованы данные АЭ, полученные при испытаниях бездефектных образцов сварного соединения и образцов с диффузионными прослойками. Установлено, что АЭ-параметры для дефектных и бездефектных сварных соединений имеют существенные различия, что позволяет идентифицировать наличие диффузионных прослоек в разнородных сварных соединениях. Ключевые слова: разнородные сварные соединения, акустическая эмиссия, диффузионные прослойки.

24.01-01.284 Оценка амплитуд экосигналов продольных волн, регистрируемых прямым и наклонным преобразователями, в методе тандем с трансформацией излучаемых поперечных волн на бесконечной вертикально ориентированной трещине. *Данилов В.Н., Ушанов В.М.* Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 10, с. 12-21. Рус.

Аннотация. Представлены результаты расчета акустического тракта метода тандем с трансформацией волн с применением для регистрации продольных волн прямого и наклонного преобразователей. Получены формулы для расчета амплитуд экосигналов при трансформации поперечных волн на отражателе в виде вертикально ориентированной трещины типа «полоса». Проведено сравнение амплитуд экосигналов при применении прямого и наклонного приемных преобразователей, на основе чего даны рекомендации выбора схемы прозвучивания сварных соединений для метода тандем с трансформацией волн на отражателях типа несплошностей. Показано, что максимум сигнала при регистрации трансформированной продольной волны прямым преобразователем существенно больше такого максимума при ее регистрации наклонным преобразователем для значений глубины примерно до 0,5 толщины контролируемой области. Ключевые слова: метод тандем, акустический тракт, контроль, преобразователь, продольная волна, поперечная волна, трансформация волн, плоскостной дефект, вертикально ориентированная трещина.

24.01-01.285 Диагностика состояния межэлектродного зазора с использованием виброакустической эмиссии. *Григорьев С.Н., Козочкин М.П., Волосова М.А., Окунькова А.А.* Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 10, с. 22-27. Рус.

Представлено исследование состояния межэлектродного зазора при вырезной (проволочной) электроэрозионной обработке. Эксперименты проводились на заготовках из хромоникелевой антикоррозионной стали 12X18H10T и дюралюминия Д16 инструментом из латуни CuZn35 диаметром 0,25 мм в среде деионизированной воды. Разработанное средство диагностики на основе виброакустической эмиссии регистрировало сопровождающие обработку колебания частотой 4–8 кГц. Ключевые слова: виброакустическая эмиссия, межэлектродный промежуток, шероховатость, электрическая эрозия, электрод-инструмент.

24.01-01.286 Использование метода акустической эмиссии, тензометрии и фрактографии для анализа процессов разрушения образцов из углепластика. *Степанова Л.Н., Чернова В.В., Шейфер С.В.* Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 11, с. 4-14. Рус.

С использованием вейвлет-преобразований проведен анализ особенностей изменения основных информативных параметров сигналов АЭ и выявлены их связи с ростом поврежденных (матрицы, волокна, расслоения) материала углепластика. Проведено статическое нагружение образцов из углепластика Тогауса Т800 до разрушения, в процессе которого осуществлялась регистрация дефектов с использованием микропроцессорной акустико-эмиссионной (АЭ) системы. Локация сигналов АЭ начиналась в зоне концентратора напряжений диаметром 12 мм при нагрузках, не превышающих 30 кН. Проведен анализ процесса разрушения образцов при отрицательной (–50°C) и положительной (+80°C) температурах. При их нагреве и охлаждении использовались тепловые камеры. В процессе испытаний при температуре T=–50°C наблюдалась активная локация сигналов АЭ, соответствующая, как показала фрактография, расслоению и разрушению верхних монослоев углепластика. При испытаниях, проводимых при температуре T=80°C локализовались сигналы АЭ, вызванные боковыми расслоениями, расположенными на краях образцов. С использованием вейвлет-преобразований проведен анализ особенностей изменения основных информативных параметров сигналов АЭ и выявлены их связи с ростом повреждений (матрицы, волокна, расслоения) материала углепластика. Ключевые слова: акустическая эмиссия, тензометрия, фрактография, температура, статическое нагружение, структура композита, основные информативные параметры сигналов.

24.01-01.287 Диагностика состояния клеевого соединения в многослойных сотовых конструкциях из полимерных композиционных материалов лазерно-ультразвуковым методом. *Курятин А.А., Карабутов А.А.* Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 12, с. 36-45. Рус.

Представлены результаты применения лазерно-ультразвуковой структуроскопии при проведении экспертного контроля сотовых конструкций из ПКМ, позволяющего оценивать качество клеевого слоя и количество клея (размеры клеевых галтелей), соединяющего металлический сотовый наполнитель с углепластиковыми обшивками. Подтверждена корреляция прочностных показателей с наличием и величиной клеевых галтелей, что говорит о возможности применения описанного в работе метода при оценке локальной прочности конструкции в готовых изделиях без их разрушения. Ключевые слова: сотовые конструкции, полимерные композиционные материалы, неразрушающий контроль, лазерно-ультразвуковой контроль, клеевые галтели, лазерно-ультразвуковой дефектоскоп.

24.01-01.288 Экспресс-метод импедансной спектроскопии твердотельных образцов малых размеров на частотах 20 кГц–1 ГГц. *Милюшенко В.А., Пинтер В., Вибиков С.Б.* Приборы и техника эксперимента. 2023, № 6, с. 189-195. Рус.

Предложена простая и эффективная методика экспресс-диагностики материалов, позволяющая максимально оперативно проводить подготовку образцов, собственно измерения и получение данных о материальных параметрах, в частности, о дисперсии диэлектрической проницаемости. Разработан экспресс-метод импедансной спектроскопии образцов малых размеров на частотах от 20 кГц до 1 ГГц на базе векторного анализатора цепей, с использованием конусной коаксиальной измерительной ячейки и переходников для присоединения двухполюсных объектов к коаксиальному входу прибора. Измерительная ячейка рассчитана для дисковых образцов с диаметром до 6 мм при максимальном объеме до 0.1 см³, а также для образцов в виде прямоугольных пластин, которые можно вписать в окружность того же диаметра. Переходники позволяют также подключать двухполюсники в виде сосредоточенных навесных или элементов поверхностного монтажа. В отличие от измерений в коаксиальном тракте, в предлагаемой методике не требуется обеспечения точного соединительного поперечно-

го размера, что позволяет оперативно производить пробоподготовку. Рассмотрены вопросы определения частотного диапазона, в котором погрешность измерения не превышает допустимую величину. Предложен способ увеличения верхней границы рабочей частоты измерительной ячейки с исследуемым образцом с помощью дополнительной калибровки. Разработанная программа управления процессами стандартной и дополнительной калибровки, процессом измерений в определенном диапазоне частот, на которых погрешность измерения не превышает допустимую величину, позволяет получить значения сопротивлений, емкости, индуктивности и других электрических характеристик измерительной ячейки с исследуемым образцом в течение нескольких секунд.

См. также 24.01-01.53, 24.01-01.54, 24.01-01.99, 24.01-01.141, 24.01-01.217, 24.01-01.266

Акустические методы обработки материалов и изделий

24.01-01.289 Ультразвуковая обработка силикатного наполнителя в технологии серных композиционных материалов. *Бареева Л.Р., Юсупова А.А., Пятко Ю.Н. Вестн. Казан. техн. ун-та (ранее Вестник Казанского технологического университета — 1998–2015). 2023. 26, № 12, с. 60-65. Рус.*

Акустические технологии в промышленности

См. 24.01-01.100, 24.01-01.277

Акустический мониторинг технологических процессов

См. 24.01-01.266, 24.01-01.268

Акустическая метрология и калибровка

24.01-01.290 Летательные аппараты категории «новая аэромобильность». Задачи сертификации по шуму (обзор). *Баева С.И., Почкин Я.С., Халецкий Ю.Д. Авиационные двигатели. 2023, № 1, с. 31-46. Рус.*

В обзоре представлены ожидаемые проблемы, связанные с вводом в эксплуатацию летательных аппаратов (ЛА) категории «новая аэромобильность» (аэротакси, малые беспилотные воздушные суда и др.). Появление в воздушном пространстве таких ЛА будет способствовать совершенствованию мировой транспортной системы. Однако их ввод в эксплуатацию требует решения некоторых задач, в том числе в области акустики. Рассмотрены проблемы сертификации и оценки шума ЛА новой категории, обусловленные их конструктивными особенностями и разнообразием, а также условиями эксплуатации. Ключевые слова: новая аэромобильность, городская аэромобильность, электрическая силовая установка, летательный аппарат горизонтального взлета и посадки, летательный аппарат вертикального взлета и посадки, беспилотный летательный аппарат, оценка шума, сертификация.

24.01-01.291 Расчетно-экспериментальное исследование тонального шума первой подпорной ступени ТРДД. *Милешин В.И., Панков С.В., Россихин А.А. Авиационные двигатели. 2023, № 1, с. 47-56. Рус.*

Представлены результаты расчетных исследований тонально-

го шума первой подпорной ступени компрессора низкого давления ТРДД на режиме «посадка» с использованием метода расчета во временной области. Метод расчета основан на многоскоростной схеме Рунге — Кутты. Он является составной частью разработанного в ЦИАМ метода расчета тонального шума лопаточных машин. Проведено сопоставление полученных данных с результатами исследований тонального шума рассматриваемой подпорной ступени, выполненных с использованием разработанного ранее в ЦИАМ метода расчета в частотной области, а также с результатами эксперимента на стенде ЦИАМ. Показано удовлетворительное соответствие как в том, так и в другом случае. Представленные в настоящей работе результаты не зависят от каких-либо предположений о характере взаимодействия в турбомашине, что позволяет верифицировать расчеты, выполненные в частотной области.

24.01-01.292 Снижение тонального шума биротативного вентилятора на режиме «посадка» путем увеличения осевого зазора. *Дружинин Я.М., Милешин В.И., Россихин А.А. Авиационные двигатели. 2023, № 2, с. 31-36. Рус.*

Основной источник шума биротативного вентилятора — взаимодействие роторов. Его интенсивность существенно зависит от величины зазора между венцами. Поэтому один из путей улучшения акустических характеристик биротативных вентиляторов — увеличение осевого зазора. В статье представлено расчетное исследование аэродинамических и акустических характеристик двух вариантов модельного биротативного вентилятора для ТРДД со сверхвысокой степенью двухконтурности, имеющих разный осевой зазор. Целью исследования было оценить преимущество в акустических характеристиках, которого можно достичь путем увеличения осевого зазора, а также влияние такого изменения конструкции вентилятора на аэродинамические характеристики. Показано, что возможно добиться заметного снижения тонального шума вентилятора на режиме «посадка» без существенного снижения его аэродинамических характеристик в проектной точке. Ключевые слова: биротативный вентилятор, тональный шум, аэроакустика.

24.01-01.293 Обзор технологий снижения шума вентилятора применительно к силовой установке сверхзвукового гражданского самолета. *Халецкий Ю.Д., Почкин Я.С. Авиационные двигатели. 2023, № 4, с. https://ciam.ru/journal/archive/nomera-zhurnalov/?SECTION_ID=150. Рус.*

Представлен обзор зарубежных и отечественных исследований, посвященных снижению шума вентилятора турбореактивного двигателя для сверхзвукового гражданского самолета. Рассмотрены разные конфигурации вентиляторов: одноступенчатые и двухступенчатые, с исходным и увеличенным расстоянием между входным направляющим аппаратом и рабочим колесом, с рабочими лопатками прямой и обратной стреловидности. Представлена оценка эффективности применения звукопоглощающих конструкций. Рассмотрены варианты расположения двигателей, позволяющие оценить эффект экранирования звука крылом: двигатели под крылом и над ним, двигатели перед крылом и за ним. Показана зависимость эффекта экранирования от расстояния между соплом двигателя и задней кромкой крыла и хвостового оперения самолета. Ключевые слова: сверхзвуковой гражданский самолет, акустика, ТРДД, одноступенчатый вентилятор, двухступенчатый вентилятор, силовая установка, реактивная струя, экранирование шума, звукопоглощающая конструкция.

См. также 24.01-01.189

Акустика в инженерном деле

24.01-01.294 Расчёт параметров и характеристик вращающегося лунного реактивного пенетратора. *Гусев Е.В., Заговорчев В.А., Родченко В.В., Садретдинова Э.Р., Шипневская Е.А. Сибирский аэрокосмический журнал. 2023. 24, № 4, с. 706-716. Рус.*

Целью работы является определение параметров внутренней баллистики реактивного двигателя твёрдого топлива, установленного на реактивном пенетраторе, входящем в грунт с высокой скоростью вращения вокруг собственной оси. Методы исследования: для определения величины давления в камере

вращающегося двигателя обычно используют известные уравнения баланса прихода и расхода газа, что и в случае невращающегося реактивного двигателя твердого топлива. Отличие внутренней баллистики вращающегося реактивного двигателя твердого топлива состоит в том, что влияние вращения на рабочий процесс учитывается коэффициентом расхода газов из камеры вращающегося двигателя, изменением скорости эрозийного горения твердого топлива при вращении реактивного двигателя твердого топлива, коэффициентом тепловых потерь. Результаты: установлено, что на параметры внутренней баллистики вращающихся реактивных двигателей твердого топлива основное влияние оказывают коэффициент расхода газов из камеры вращающегося двигателя, эффект эрозийного горения твердого топлива и изменение коэффициента тепловых потерь. Приведены основные расчетные зависимости для определения давления в камере сгорания вращающегося двигателя твердого топлива для периодов выхода давления на стационар-

ный режим работы двигателя, работа двигателя на стационарном режиме и в период свободного истечения газов из камеры реактивного двигателя твердого топлива. Представлена методика выбора линейных и угловых размеров сопла вращающегося двигателя. Приведена оценка силы тяги для одинарного сопла, вращающегося реактивного двигателя твердого топлива. Установлено, что величина силы тяги вращающихся двигателей (при прочих одинаковых условиях в камере сгорания) в 1,1—1,36 раза меньше, чем у невращающихся реактивных двигателей твердого топлива. Проведённые опыты показали уменьшение степени закрутки газового потока вращающихся двигателей твердого топлива при увеличении количества топливных шахек в заряде двигателя.

См. также **24.01-01.100, 24.01-01.264, 24.01-01.265, 24.01-01.268, 24.01-01.277, 24.01-01.278, 24.01-01.283, 24.01-01.284, 24.01-01.285**

Физика

24.01-01.295 Определение остаточного ресурса радиоэлектронных систем с использованием возможностей информационно-проводительной сети данных. *Химаныч А.Б. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 371-374. Рус.

Рассматриваются вопросы определения остаточного ресурса корабельных радиоэлектронных систем на основе принципов индуктивной самоорганизации с использованием информационно-проводительной сети данных.

24.01-01.296 Взаимное влияние намагничиваемых ферромагнитных тел. *Кондратенко В.М., Стрижов А.В. Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.)* СПб. 2023, с. 472-476. Рус.

В практике судового магнетизма существует проблема оценки взаимного влияния намагничиваемых ферромагнитных тел. Одним из возможных путей теоретической оценки взаимного влияния является способ магнитных сопротивлений и фиктивного источника. Статья посвящена изложению этого метода. Приведены результаты численных оценок системы намагничиваемых сферидальных оболочек.

24.01-01.297 Система измерений на Земле по концепции Евклида. *Гузевич С.Н. Прикладная физика и математика.* 2023, № 12, с. 53-62. Рус.

Рассмотрена природная система измерений, построенная по концепции и аксиоматике Евклида, использующая принципы парности и сравнения при отображении вещественного и полевого пространства. Принцип парности связывает противоположности вещественной и полевой материи единой математико-физической основой времени и пространства, построенной на создании парных условий сравнения, для их разделения или объединения. Шаровое поле является идеальной формой пространства, обладающего постоянной распределенной плотностью, параметры которого всегда равны при их расположении симметрично относительно его центра. Время является формой — аргументом описания идеального полевого пространства, образуя шаровую форму в центре координат Декарта, управляемую в двух ортогональных плоскостях параллактическими углами. Время преобразует поле ядра Земли шаровой формы, расположенного в трехмерной системе координат, в его физические поля в форме вращающихся плоскостных сечений шара, их разделения по свойствам и соединение в цикле измерений, создавая вещественные объекты. Основой «измерений» линейных отрезков с помощью времени является сравнение образов физических полей равенство их образов на ортогональных осях, или отображение равных образов в одинаковой фазе. Процесс взаимодействия во внешнем и внутреннем пространстве полей Земли выполняется по закону геометрического среднего радиусов физических полей Земли (магнитного и электрического), расположенных в ортогональных плоскостях.

Разность амплитуд и протяженностей электрического и магнитного полей в шаре образует гравитационное поле, состоящее из трех составляющих, ортогональных соответственно, амплитудам и протяженностям магнитного и электрического полей, приложенных к поверхности их окружностей и направленных по осям координат Декарта в центр шара. Ключевые слова: парность, пространство, поле, время, достоверность, параллактические углы, плоскость, ортогональность, образ объекта, сравнение, синхронизация, синфазирование. DOI: 10.25791/pfi.m.06.2023.1284.

24.01-01.298 О шкале расстояний в физике. *Рочев В.Е. Природа.* 2023, № 9, с. <https://priroda.science/index.php/priroda/issue/view/48>. Рус.

24.01-01.299 Моделирование распространения видеоимпульсных сигналов георадара в литосфере Земли. *Суворова З.В., Мингалев И.В., Мингалев О.В., Азметов О.И., Волкомирская Л.Б., Гулевич О.А., Резников А.Е. Мат. моделир.* 2023. 35, № 12, с. 31-50. Рус.

Представлены результаты моделирования прохождения негармонических сигналов от расположенной на поверхности Земли антенны через верхний слой литосферы и отражения этих сигналов от различных неоднородностей в литосфере в случае, когда на антенну подается видеоимпульсный сигнал специальной формы. Используемая в работе модель основана на явной схеме численного интегрирования уравнений Максвелла. В этой схеме электрическое и магнитное поля вычисляются в одни и те же моменты времени в одинаковых узлах пространственной сетки, а также используется расщепление по пространственным направлениям и физическим процессам. В работе изучается, какую информацию о характере неоднородности литосферы можно извлечь из формы отраженного сигнала. Также исследуется влияние параметров видеоимпульсного сигнала на амплитуду и форму отраженных от типичных неоднородностей литосферы сигналов. Показано, что некоторые типы неоднородностей можно определить по форме отраженного сигнала.

24.01-01.300 О единственности решения систем линейных алгебраических уравнений, к которым редуцируются обратные задачи гравиметрии и магнитометрии: региональный вариант. *Колотов И.И., Лукьяненко Д.В., Степанова И.Э., Щепетилов А.В., Ягола А.Г. Журнал вычислительной математики и математической физики.* 2023. 63, № 9, с. 1446-1457. Рус.

Рассматриваются условия однозначной разрешимости систем линейных алгебраических уравнений, к решению которых редуцируются многие обратные задачи гравимагниторазведки. Математические постановки обратных задач выполняются с учетом сферичности планеты.

24.01-01.301 Структуры разрывов и уединенные волны в электромагнитной гидродинамике, связанные с линейными и нелинейными резонансами альвенов-

ских волн. *Бахолдин И.Б. Журнал вычислительной математики и математической физики*. 2023. 63, № 11, с. 1894-1910. Рус.

Рассматриваются бездиссипативные и слабодиссипативные структуры разрывов. Для этого используется специальный метод численного анализа для исследования периодических волн. Исследуется расположение ветвей периодических решений. Уединенные волны и структуры бездиссипативных разрывов ищутся как предельные решения. Обнаружено, что помимо резонанса длинных альвеновских волн с короткими быстрыми и медленными магнитозвуковыми волнами встречается и резонанс с длинными волнами, приводящий к появлению уединенных волн и структур разрывов гибридного типа. Сделаны расчеты уравнений в частных производных для выяснения, наблюдаются ли найденные структуры. Рассматриваются бездиссипативные и слабодиссипативные структуры разрывов. Для этого используется специальный метод численного анализа для исследования периодических волн. Исследуется расположение ветвей периодических решений. Уединенные волны и структуры бездиссипативных разрывов ищутся как предельные решения. Обнаружено, что помимо резонанса длинных альвеновских волн с короткими быстрыми и медленными магнитозвуковыми волнами встречается и резонанс с длинными волнами, приводящий к появлению уединенных волн и структур разрывов гибридного типа. Сделаны расчеты уравнений в частных производных для выяснения, наблюдаются ли найденные структуры.

24.01-01.302 Исследование особенностей профиля поверхности капли жидкости методом каустик лазерного излучения. Ведякина А.В., Расковская И.Л., Павлов И.Н. Оптический журнал. 2024. 91, № 1, с. 14-24. Рус.

Предмет исследования. Особенности профиля поверхности капли жидкости, лежащей на прозрачной подложке. Исследование основывается на оптическом явлении образования каустик — ярких линий, наблюдаемых на экране при зондировании капли лазерным излучением. Цель работы. Обоснование возможностей применения метода каустик лазерного излучения для получения дополнительной информации о микрорельефе и диагностики особенностей профиля поверхности капли жидкости, лежащей на прозрачной подложке. Метод. В основе метода каустик лазерного излучения лежат зондирование объекта исследования лазерным пучком и оценка его характеристик по геометрическим параметрам регистрируемых каустик, возникающих в результате рефракции или отражения. В отличие от других оптических методов метод каустик позволяет определять линии перегиба поверхности в модели капли и их положение с помощью геометрических параметров каустик, которые регистрируются в процессе эксперимента. Основные результаты. Исследование показало, что метод каустик лазерного излучения может применяться для диагностики особенностей профиля поверхности капли жидкости и служить источником дополнительной информации о микрорельефе поверхности капли при применении существующих оптических методов. В работе представлены результаты компьютерного моделирования рефракции лазерного излучения и формирования каустик при зондировании каплей жидкости с различной формой профиля поверхности. Объяснено возникновение линий с резко возрастающей интенсивностью светового поля на рефракционном изображении, наблюдаемых в ряде экспериментов по зондированию капли жидкости широким коллимированным лазерным пучком. Практическая значимость. Продемонстрированные в работе новые возможности применения метода каустик лазерного излучения позволяют усовершенствовать существующие оптические методы исследования процессов смачивания и растекания капель и пленок по твердой поверхности без применения дорогостоящего оборудования.

24.01-01.303 Корреляции флуктуаций течения, возбуждаемых случайной силой на фоне сдвигового потока. Колоколов И.В., Лебедев В.В. Ж. эксперим. и теор. физ. 2024. 165, № 1, с. 168. Рус.

DOI: 10.31857/S0044451024010127 Исследуются флуктуации завихренности, возбуждаемые внешней случайной силой в двумерной жидкости в присутствии сильного внешнего сдвигового потока. Задача мотивирована анализом больших когерентных

вихрей, возникающих в результате обратного энергетического каскада в конечной ячейке при больших числах Рейнольдса. Развивается теория возмущений для расчета нелинейных поправок к корреляционным функциям флуктуаций потока в предположении, что внешняя сила имеет малое время корреляции. Проанализированы поправки к парной корреляционной функции завихренности и некоторым моментам. Проведенный анализ позволяет установить достоверность теории возмущений для лабораторных экспериментов и численного моделирования.

24.01-01.304 Гравитация сквозь призму физики конденсированного состояния. Gravity through the prism of condensed matter physics. Volovik G.E. Письма в ЖЭТФ. 2023. 118, № 7, с. 546-547. Англ.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S1234567823190126>.

24.01-01.305 Квантовая запутанность, телепортация и случайность: Нобелевская премия по физике 2022 года. Федоров А.К., Кижтенко Е.О., Хабарова К.Ю., Колачевский Н.Н. УФН. 2023. 193, № 11, с. 1162-1172. Рус.

Прецизионный контроль над индивидуальными квантовыми системами, такими как отдельные фотоны, атомы или ионы, открывает возможность для реализации ряда квантовых технологий. Задача этого направления — создание приборов, которые за счет квантовых эффектов смогут решать задачи обработки данных, защищенной передачи информации и высокоточного измерения параметров окружающего мира более эффективно по сравнению с существующими подходами. Ключевым шагом для создания квантовых технологий стали пионерские работы второй половины XX века, которые, во-первых, показали парадоксальность и корректность квантово-механического описания природы и, во-вторых, заложили и создали базовые экспериментальные подходы, ставшие основой современных квантовых технологий. Нобелевская премия по физике 2022 года присуждена Алену Аспе, Джону Клаузеру и Антону Цайлингеру за выдающиеся эксперименты, продемонстрировавшие квантовую запутанность и нарушение неравенств Белла, а также пионерский вклад в развитие новой области — квантовой информатики.

24.01-01.306 Ламинарные затопленные струи несжимаемой жидкости при больших числах Рейнольдса. Гайфуллин А.М., Жвик В.В. УФН. 2023. 193, № 11, с. 1214-1226. Рус.

Рассмотрены основополагающие теоретические работы по ламинарным осесимметричным затопленным струям. Исследованы задачи, связанные со струями с расходом через начальное сечение, с закрученными струями. Обнаружены и исправлены некоторые ошибочные результаты теории ламинарных струй.

24.01-01.307 Многоволновая генерация стоковых компонент излучения с малым межволновым интервалом при вынужденном комбинационном рассеянии в кристалле SrMoO₄. Сметанин С.Н., Терещенко Д.П., Папашвили А.Г., Шапиков Е.В., Пеганов Е.А., Губина К.А., Шужкин В.Е., Сологин С.А., Ериков М.Н., Дунаева Е.Э., Воронина И.С., Ивлева Л.И. Квантовая электроника. 2023. 53, № 5, с. 379-386. Рус.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования условий обеспечения генерации множества компонент излучения с малым межволновым интервалом в кристаллическом ВКР-лазере с синхронной накачкой при комбинированном сдвиге частоты на высоко- и низкочастотной колебательных модах ВКР-активного кристалла. Теоретический анализ показал существенную роль четырехволновых комбинационно-параметрических взаимодействий на низкочастотной колебательной моде кристалла при выполнении условий когерентности и нелинейного захвата фаз волн в таких взаимодействиях. Впервые экспериментально реализована ВКР-генерация на пяти близкорасположенных колебательных модах с длинами волн 1194, 1242, 1294, 1336 и 1396 нм в кристалле SrMoO₄ под действием синхронной накачки пикосекундным YAlO₃:Nd³⁺-лазером на длине волны 1079 нм с высокой интенсивностью, удовлетворяющей условию нелинейного захвата фаз. Ключевые слова: вынужденное комбинационное рассеяние, первичная и вторичная колебательные моды кристалла, спектрально-

уплотненная многоволновая генерация.

См. также 24.01-01.16, 24.01-01.40, 24.01-01.197

Астрономия

24.01-01.308 Моделирование управления движением виртуальной модели космического ранца в задаче спасения космонавта. *Страшинов Е.В., Финагин Л.А., Торгашев М.А. Информационные технологии и вычислительные системы.* 2021, № 2, с. 94-104. Рус.

Рассматривается задача моделирования управления движением виртуальной модели космонавта с помощью космического ранца. Для решения этой задачи предлагается подход, согласно которому управление ранцем осуществляется в ручном и автоматическом режиме посредством игрового джойстика. При таком подходе алгоритм управления реактивным ранцем основан на применении разработанной технологии функциональных схем, состоит в синтезе релейного управления и позволяет реализовать стабилизацию, переориентирование и движение модели космонавта к заданной точке. Предложенные методы и подходы были реализованы в программном комплексе системы виртуального окружения, созданном в ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, и апробированы на примере моделирования спасения космонавта при его отрыве от поверхности космического корабля.

24.01-01.309 Моделирование посадки космического аппарата на Луну в системах виртуального окружения. *Страшинов Е.В., Мироненко И.Н., Финагин Л.А. Информационные технологии и вычислительные системы.* 2022, № 4, с. 81-92. Рус.

Рассматривается моделирование заключительных этапов посадки космического аппарата на Луну в системах виртуального окружения. Для решения этой задачи предлагаются методы и алгоритмы синтеза оптимального управления реактивными двигателями лунного аппарата с реализацией критериев быстродействия и минимального расхода топлива. Разработанное управление основано на обратной связи по показаниям виртуальных датчиков и позволяет реализовать переориентацию, торможение и мягкую посадку спускаемого аппарата. Апробация предложенных в статье методов и подходов проводилась в созданном нами программном комплексе системы виртуального окружения на примере моделирования посадки виртуальной модели космического аппарата Луна-25 в автоматическом режиме и показала их адекватность и эффективность.

24.01-01.310 Эволюция физических параметров вспышки SOL 2012-07-05 по оптическим наблюдениям в линиях водорода. *Купряков Ю.А., Бычков К.В., Белова О.М., Горшков А.Б. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023, 8, № 2, с. 46-50. Рус.

Целью работы является изучение поведения потоков излучения в линиях бальмеровской серии водорода в процессе развития вспышки и сравнение результатов с расчетными значениями. Наблюдения проводились на горизонтальной солнечной установке HSFA-2 (Обсерватория Онджеёв). Из наших наблюдений мы выбрали вспышку 2012-07-05 класса M1.8 в активной области NOAA 11515. Особенность вспышки состоит в том, что она произошла в полутени большого пятна, что потребовало разработки новой оригинальной методики обработки спектров. Также, впервые за все время наших наблюдений, мы обнаружили резонансную линию нейтрального алюминия 3961.54 Å в излучении. Для определения возможных механизмов свечения в линиях был рассчитан поток излучения в предположении медленного прогрева газа, более сильного в данной области, чем в соседних, а также по совместному действию нагрева снизу и потока сверхтепловых частиц сверху. Мы выполнили расчеты в рамках модели набора однородных слоев газа, подбирая их параметры таким образом, чтобы теоретические потоки излучения оказались близки наблюдаемым. Так, например, для момента 10:46:58 UT первый слой имеет концентрацию $N=2.5 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$, высоту $H=2000 \text{ км}$, электронную температуру $T=9000 \text{ К}$, а второй слой — $N=3.2 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$, $H=1500 \text{ км}$, $T=18500 \text{ К}$. При таких параметрах наблюдаемые и рассчитанные потоки в линиях $H\alpha$, $H\beta$, $H\epsilon$ бальмеровской серии водорода

совпадают. Приведены наблюдаемые потоки в спектр.

24.01-01.311 Наблюдения магнитных белых карликов с экстремально сильными магнитными полями. *Аитов В.Н., Валяев Г.Г. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023, 8, № 2, с. 51-53. Рус.

Магнитные поля белых карликов, напряженность которых может достигать нескольких сотен мегагаусс, вызывают значительную круговую поляризацию в континуумах их спектров, что удобно для поиска новых магнитных белых карликов (МБК) посредством фотополяризационных наблюдений в моде круговой поляризации. В САО РАН была проведена серия таких наблюдений с использованием мультимодального фотометра-поляриметра (ММПП) на телескопе Цейсс-1000. Для апробации метода и в качестве стандартов были проведены наблюдения ряда известных МБК с экстремально сильными магнитными полями. В настоящем исследовании представлены наблюдательные данные по двум МБК — GRW+708247 и WD1312+098. Сравнение полученных новых данных наблюдений с опубликованными тремя десятками лет ранее позволило сделать вывод о том, что магнитные поля этих двух звезд не меняют своей структуры на шкале десятков-сотен лет.

24.01-01.312 Образование быстровращающихся Ве-звезд в массивных тесных двойных системах. *Старичин Е.И. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023, 8, № 2, с. 54-57. Рус.

Происхождение быстрого вращения классических Ве-звезд до сих пор не имеет окончательного решения. В статье рассматривается закручивание аккрецирующего компонента тесной двойной системы, проходящей первую стадию обмена массой. Циркуляция вещества в меридиональной плоскости аккректора выносит часть момента импульса, поступившего в аккректор вместе с веществом, к поверхности аккректора. Эта часть тем больше, чем больше темп поступления момента импульса в аккректор, и может быть отведена от аккректора диском. Если содержание момента импульса в аккрецируемом веществе больше половины кеплеровского значения, момент импульса, полученный аккректором на стадии обмена массой, не зависит от темпа поступления момента импульса. Аккректор может иметь характеристики Ве-звезды сразу после окончания обмена массой.

24.01-01.313 Звезды Вольфа—Райе в двойных системах: моделирование кривых блеска. *Антохина Э.А., Антохин И.И. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023, 8, № 2, с. 58-62. Рус.

Современные методы синтеза кривых блеска и кривых лучевых скоростей позволяют определять физические параметры двойных систем различных типов. Нами предложен новый алгоритм синтеза кривых блеска систем, которые содержат два компонента со звездными ветрами. Проведенные численные расчеты показали сильную зависимость кривых блеска от параметров ветров. Это необходимо учитывать при анализе наблюдений двойных систем, в состав которых входят звезды ранних спектральных классов, обладающие сильными ветрами, например звезды O и WR.

24.01-01.314 Мониторинг нейтринных вспышек в Галактике. *Новосельцев Ю.Ф., Горбачева Е.А., Гулиев Р.М., Дзапарова И.М., Кочкаров М.М., Куреня А.Н., Мартаков Е.С., Новосельцева Р.В., Петков В.Б., Стриганов П.С., Унатлоков И.Б., Янин А.Ф. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023, 8, № 2, с. 63-68. Рус.

Дается краткий обзор детекторов, которые способны регистрировать нейтринную вспышку от сверхновой (СН). Представлен статус эксперимента по регистрации нейтринных вспышек на Баксанском подземном скинтилляционном телескопе ИЯИ РАН. Обсуждается возможная связь нейтрино от СН с экспериментами по поиску легкой темной материи (с массой

частиц \leq МэВ).

24.01-01.315 **Нелинейные пульсации красных гигантов.** *Фадеев Ю.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 2, с. 69-74. Рус.

Обсуждаются результаты согласованных расчетов звездной эволюции и нелинейных звездных пульсаций, проведенных для звезд асимптотической ветви гигантов с начальной массой на главной последовательности $M_{ZAMS}=2M_{\odot}$ и $3M_{\odot}$. Периоды пульсаций гидродинамических моделей составляют от нескольких десятков до ≈ 830 сут, что характерно для галактических мирид. Показано, что возбуждение колебаний происходит в зоне ионизации водорода. Пульсации мирид в первом обортоне возникают лишь в том случае, когда внутренняя граница зоны ионизации водорода находится выше узла обортона, средний относительный радиус которого составляет $r_n/R \approx 0.77$. Эволюция вдоль асимптотической ветви гигантов сопровождается расширением зоны ионизации водорода в сторону центра звезды, увеличением амплитуды колебаний и в конечном счете хаотизацией нелинейных колебаний. Теоретические соотношения период-светимость обнаруживают заметную зависимость от массы звезды.

24.01-01.316 **Тесные двойные системы: лаборатории, созданные природой.** *Антошкин И.И.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 2, с. 75-85. Рус.

В обзоре представлен общий взгляд на тесные двойные системы как на естественные лаборатории, созданные природой. Даны краткие исторические сведения о начале исследований двойных систем, описано их современное состояние с примерами, близкими к тематике, которой занимается автор. Отмечена двойная роль этих объектов в современной астрофизике: они позволяют определить наиболее точные значения параметров входящих в них звезд, являющиеся базисом для теории звездной эволюции; в них наблюдаются уникальные физические процессы, интересные с физической точки зрения. Перечислены задачи текущих и будущих исследований, которые, по мнению автора, являются наиболее актуальными.

24.01-01.317 **Переменность оптических и рентгеновских спектров звезд типа Gamma Cassiopeia.** *Холтыгин А.Ф., Рыспаева Е.Б., Якунин И.Ф., Циона О.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 2, с. 86-92. Рус.

Звезды типа γ Cas (γ Cas analogs) относятся к малой группе Ве звезд с высокой рентгеновской светимостью 10^{31} – 10^{33} эрг/с и аномально высокой температурой, излучающей в рентгеновском диапазоне плазмы в 10–20 кэВ и более в предположении о полностью тепловом рентгеновском излучении. Представлены результаты анализа оптических спектров γ Cas по программе наблюдений на БТА «Переменность профилей линий в спектрах ОВА-звезд и природа их рентгеновского излучения» и исследование архивных рентгеновских спектров этой звезды по наблюдениям 2010 и 2014 г. на спутнике XMM-Newton. Обнаружена переменность профилей линий в оптических спектрах и переменность оптического блеска звезды γ Cas на шкалах от минут до часов. Предположено, что переменность на минутных шкалах связана с высокими модами нерадиальных пульсаций звезд этого типа. Периоды оптической и рентгеновской переменности оказались близки, что позволяет высказать гипотезу о модуляции структуры ветра в результате нерадиальных фото-сферных пульсаций. Аномально жесткое рентгеновское излучение звезд типа γ Cas может быть объяснено в рамках гипотезы о вкладе возможного нетеплового рентгеновского излучения, возникающего вследствие обратного комптоновского рассеяния УФ фотонов на релятивистских электронах.

24.01-01.318 **Доказательства реликтовой природы магнитного поля химически пекулярных звезд.** *Романюк И.И., Семенко Е.А., Якунин И.А., Моисеева А.В., Кудрявцев Д.О., Аитов В.Н.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 2, с. 93-97. Рус.

Представлены современные результаты исследования магнитного поля химически пекулярных звезд в ассоциации Орион OB1 и в пяти более старых скоплениях. Мы нашли новые доказательства справедливости реликтовой теории происхождения магнитного поля.

24.01-01.319 **Исследование характера и параметров волновых процессов во вспышечной области солнечной атмосферы.** *Гусейнов Ш.Ш., Гусейнов С.Ш.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 2, с. 97-100. Рус.

Приводятся результаты одновременных наблюдений флуктуаций интегрального потока радиоизлучения во вспышечной области Солнца, генерируемая в переходном слое ($\lambda=10.7$ см) и нижней короне ($\lambda=27.8$ см). Наблюдения проводились на радиотелескопе РТ-12 Института Ионосферы Республики Казахстана 7 июня 2011 г., 25 октября 2013 г. и 20 февраля 2014 г. По измерениям временных профилей между колебаниями интенсивности радиоизлучения, имеющими квазипериодический характер, найдено, что для периодов 20–350 секунд всегда наблюдается распространение возмущений от хромосферы в корону с временным запаздыванием 20–100 секунд. С использованием ряда моделей для активного Солнца проведены оценки скоростей распространения возмущений 200–2500 км/с и диапазоны обнаруженных периодов. Показано, что они соответствуют скорости альвеновских и быстрых магнитоакустических волн. Таким образом, мы заключаем, что в нашем исследовании квазипериодичность во вспышечной области Солнца связана с МГД-колебаниями.

24.01-01.320 **Фундаментальные параметры и эволюционный статус магнитной звезды ϵ Uma.** *Алиев С.Г., Халилов В.М., Алышова З.М.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 2, с. 101-107. Рус.

На базе комплексных наблюдений определены фазы, соответствующие максимально пекулярной (P) и относительно нормальной области (N) на поверхности магнитной химически пекулярной (MCP) звезды ϵ Uma. Выявлено, что все фазовые зависимости магнитного поля (B_e), блеска (V) и эквивалентных ширины (W_λ) линий пекулярных элементов (Si, Cr, Sr и др.) носят синхронный характер; то есть экстремумы величин (B_e , V и W_λ в пределах ошибки ($\Phi=\pm 0.05$) совпадают. По профилям линий N_γ и N_δ с применением моделей атмосфер, рассчитанных для однородного химического состава, были определены фундаментальные параметры (T_{eff} и $\log g$) для нормальной ($T_{eff}=8750\pm 200$ К, $\log g=3.65\pm 0.15$) и наиболее пекулярной ($T_{eff}=9800\pm 200$ К, $\log g=3.80\pm 0.15$) области на поверхности звезды. Эти результаты показывают, что неучет аномалий химического состава может привести к значительным (до 1000 К) ошибкам в определении эффективной температуры MCP-звезды по линиям водорода при использовании спектра в произвольной фазе переменности. По среднему значению эффективной температуры звезды с помощью стандартных соотношений были вычислены ее радиус $R=4.14R_{\odot}$ и масса $M=3.1M_{\odot}$. По положению ϵ Uma на диаграмме Герцшпрунга–Рассела определен ее эволюционный статус. Подтверждено, что она расположена ближе к верхней границе (TAMS) полосы главной последовательности, где располагаются проэволюционировавшие магнитные звезды.

24.01-01.321 **Определение параметров протяженных атмосфер с использованием сеток моделей.** *Костенков А.Е., Винокуров А.С., Соловьева Ю.Н.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 3, с. 110-113. Рус.

Представлен большой набор сеток моделей и их применение в рамках определения параметров ветров сверхкритических аккреционных дисков. Модели были рассчитаны с различными радиусами ($R_{\odot}=5, 20, 40R_{\odot}$), скоростями (300, 600 км·с⁻¹), содержаниями водорода (20%, 40%, 50%, солнечное содержание водорода) и металличностями ($Z=0.1$ – $1.0Z_{\odot}$) для широкого набора температур 16–56 кК при темпах потери массы 10^{-5} – $10^{-4}M_{\odot}$ год⁻¹. Обсуждается алгоритм выбора оптимальной модели ветра для наилучшего описания наблюдаемого спектра, а также применимость подобных моделей для ультраярких рентгеновских источников.

24.01-01.322 **Переменные звезды в области рассеянного звездного скопления NGC 6819.** *Гайсин Р.А., Каримов Р.Г.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 3, с. 114-118. Рус.

Представлены предварительные результаты поиска и изуче-

ния переменных звезд по данным наблюдений космической миссии TESS в области рассеянного звездного скопления NGC 6819. Изучены кривые блеска переменных звезд различных типов, расположенных в области рассеянного скопления. По данным миссии GAIA DR3 были определены вероятные члены скопления и его фундаментальные параметры, определено вероятное членство выявленных кандидатов в переменные звезды к скоплению NGC 6819.

24.01-01.323 Образование и динамика магнитных силовых трубок в аккреционных дисках молодых звезд. Барта Н.В., Хайбрахманов С.А. Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 3, с. 119-123. Рус.

Работа посвящена численному моделированию динамики торoidalных магнитных силовых трубок (МСТ) в аккреционном диске молодой звезды типа Т Тельца. Уравнения динамики МСТ записываются с учетом сил плавучести и сопротивления, магнитного поля диска и натяжений внутреннего магнитного поля МСТ. Рассматривается случай эффективного теплообмена с окружающим газом. Структура аккреционного диска рассчитывается с помощью магнитогазодинамической (МГД) модели аккреционных дисков Дудорова и Хайбрахманова. Для расчета вертикальной структуры диска используется уравнение состояния политропного газа. Расчеты показывают, что МСТ с радиусом поперечного сечения $0.1H$, где H — шкала высоты диска, практически вертикально всплывают к поверхности диска со скоростью до 7 км^{-1} . Тонкие МСТ радиусом $0.001H$ всплывают со скоростями до 20 км^{-1} и стягиваются по направлению к оси вращения диска. В ходе эволюции МСТ могут расширяться до размеров, сравнимых со шкалой высоты аккреционного диска и формировать неоднородную истекающую замагниченную корону диска. Всплытие МСТ является эффективным механизмом отвода избыточного магнитного потока из внутренних областей диска, где степень ионизации достаточно высока и магнитное поле заморожено в вещество. Концентрация МСТ вблизи оси вращения диска может влиять на генерацию струйных истечений и обуславливать наблюдаемые неоднородности струй.

24.01-01.324 Фотометрические и спектральные наблюдения Ве звезды Хербига AS 310. Исмаилов Н.З., Алмишов С.Ф., Исмаилова Ш.К., Гусейнова Ф.С. Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 3, с. 124-130. Рус.

приводятся результаты спектральных и фотометрических исследований звезды Ве Хербига AS 310. Фотометрические наблюдения показали, что амплитуда сезонных изменений блеска звезды в разные годы меняется плавным образом и достигла максимума $\Delta V \sim 0.6 \text{ mag}$ в 2018 г. Спектральные наблюдения звезды выявили переменные эмиссионные компоненты в линиях $H\alpha$ и $H\beta$. Наши исследования показали, что AS 310 является молодой массивной звездой, которая потеряла околозвездный диск и уже вступила на Главную последовательность.

24.01-01.325 Исследование звезды высокой светимости J073620.47+653701.9 в галактике NGC 2403. Калдыбекова А.Б., Галимова Э.К., Соловьева Ю.Н., Винокуров А.С. Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 3, с. 131-137. Рус.

Представлены результаты фотометрического и спектрального исследования звезды высокой светимости J073620.47+653701.9 ($M_V < -8.52^m$) в галактике NGC 2403 $D=3.2 \text{ Мпк}$, основанного на данных наземных (БТА, Цейсс-1000) и космических (Hubble Space Telescope, Spitzer) телескопов. J073620.47+653701.9 не показал существенного изменения блеска: $\Delta B=0.19 \pm 0.13^m$ и $\Delta V=0.20 \pm 0.16^m$ с 2005 по 2020 гг. Оценки болометрической светимости и начальной массы составляют $\log(L_{bol}/L_{\odot})=5.40 \pm 0.09$ и $20-24 M_{\odot}$ соответственно. ИК избыток в спектральном распределении энергии указывает на присутствие теплой околозвездной газо-пылевой оболочки. Оценка температуры фотосферы звезды составила $T_{color}=9950 \pm 580 \text{ К}$ при величине межзвездного поглощения $\Delta V=0.35^m$. В оптических спектрах содержатся линии [O I], [Fe II] и [Ca II], характерные для Ве-сверхгигантов. Оценка возраста звездного окружения составила 5 млн. лет. По совокупности наблюдательных характеристик звезда J073620.47+653701.9 предвари-

тельно классифицирована как Ве-сверхгигант.

24.01-01.326 Качество астрономического изображения на Майданакской обсерватории. Турсункулов С.Б., Азимов А.М., Тиллаев Ю.А., Эгамбердиев Ш.А. Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 3, с. 138-143. Рус.

Атмосферное качество астрономического изображения было исследовано с помощью прибора DIMM — измерителя дифференциальных дрожаний звезд для оценки интегральной турбулентности над обсерваторией. Была также изучена приземная составляющая данного параметра путем сравнения оценок качества изображения, полученного на разных высотах. Оценено влияние скорости приземного ветра на приземную турбулентность. Кроме того, проведен статистический анализ скорости и направления ветра в тропопаузе (уровень слоя с атмосферным давлением 200 мБ) в период времени с 1957 по 2002 гг. по данным базы ERA5 и изучено влияние этого ветра на качество изображения, измеренного в 1996—2002 гг. Результаты показали, что медианное значение качества изображения по всей атмосфере составило 0.69 угловых секунд. Средняя скорость ветра на уровне тропопаузы равна 29 м/с, доминантное направление — западное. Качество изображения имеет сильную корреляцию со скоростью ветра в приземном слое — коэффициент корреляции составил чуть менее 0.50. Направление ветра заметно не влияет на турбулентность. Изменения скорости и направления ветра на высоте 200 мБ не проявляются в изменениях интегрального качества изображения во всей атмосфере.

24.01-01.327 Эволюция углового момента в процессе коллапса магнитных вращающихся протозвездных облаков. Каргальцева Н.С., Хайбрахманов С.А. Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 3, с. 144-149. Рус.

Представляются численные магнитогазодинамические (МГД) расчеты изотермической стадии коллапса магнитных вращающихся протозвездных облаков солнечной массы при различных начальных значениях вращательной и магнитной энергий и с различной степенью неоднородности. Моделирование осуществляется с помощью двумерного МГД-кода Eulii. Расчеты показывают, что при увеличении начальной степени неоднородности облака увеличиваются размеры элементов его иерархической структуры — сплюснутый оболочки и первичного диска — и усиливается влияние магнитного торможения в центре облака. Магнитное торможение отводит в межзвездную среду от 40 до 90% полного углового момента облака в зависимости от начального отношения магнитной энергии облака к модулю гравитационной энергии, $\epsilon_m=0.2-0.6$. Эффективность переноса углового момента слабо зависит от начального отношения вращательной и гравитационной энергий. В конце изотермической стадии коллапса неоднородного протозвездного облака формируется «мертвая» зона со степенью ионизации $x \leq 10^{-12}$. Радиус «мертвой» зоны составляет 90—220 а. е. для облаков с $\epsilon_m=0.2-0.6$. Сравнение характерных диффузионного и динамического времен показывает, что амбиполярная диффузия приведет к ослаблению магнитного торможения внутри «мертвой» зоны в течение 1—10 тыс. лет после образования первого ядра.

24.01-01.328 Физические параметры затменно-двойной системы MX Her, полученные из BVRI фотометрии. Халикова А.В., Гайнуллина Э.Р., Эгамбердиев Ш.А., Асфандияров И.М., Матехов А.М., Лиин Чэю. Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 3, с. 150-154. Рус.

Представлены предварительные результаты анализа многоцветной BVRI фотометрии звезды MX Her. MX Her = TYC 3519-1418-1 является затменно-двойной системой типа Алголя с периодом обращения компонентов $P=2.3476536$ дней, имеющей признаки пульсационной неустойчивости главной звезды. Наблюдения проводились в 2022 г. на телескопе Цейсс-600-Восточный, введенном в строй в том же году на обсерватории Майданак (Узбекистан) в рамках международного сотрудничества с Юннанскими обсерваториями (Китай). В настоящей работе впервые представлены решения многоцветных кривых блеска с помощью программы PNOEVE. В результате модели-

рования мы получили следующие оценки параметров системы: фотометрическое отношение масс системы $M_2/M_1=0.31$, отношение эффективных температур $T_2/T_1=0.57$, наклон орбиты $i=83.8^\circ$ и эксцентриситет $e=0.0008$.

24.01-01.329 Результаты наблюдений атмосферного поглощения на плато Суффа в период 2015–2020 гг. в миллиметровом диапазоне. *Ильясов С.П., Раупов Д.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 3, с. 155-158. Рус.

Представлены результаты измерений атмосферного поглощения в Радиоастрономической обсерватории РТ-70 на плато Суффа (Узбекистан, $\lambda=65^\circ 26'$, $\Phi=39^\circ 37'$, $h=2500$ м). Наблюдения проводились в автоматическом режиме каждые 11 минут в течение года с января 2015 г. по ноябрь 2020 г. с помощью измерительного комплекса МИАП-2. Рассмотрены сезонные изменения атмосферного поглощения и количества осаждаемой воды в атмосфере, построены статистические диаграммы. Основным результатом работы являются статистические данные, характеризующие астроклимат и позволяющие прогнозировать возможность радиоастрономических наблюдений в окнах прозрачности миллиметрового диапазона длин волн.

24.01-01.330 Яркие голубые переменные: методы их поиска и наблюдательные свойства. *Соловьева Ю.Н., Винокуров А.С., Костенков А.Е., Саркисян А.Н., Шолухова О.Н., Тихонов Н.А., Фабрика С.Н.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 3, с. 159-163. Рус.

Яркие голубые переменные (luminous blue variables, LBV) представляют собой редкий тип звезд высокой светимости, обладающих сильной фотометрической и спектральной переменностью. Вопрос об их происхождении остается открытым, поскольку существуют две противоположные точки зрения: LBV — стадия эволюции массивной одиночной звезды, и LBV — результат эволюции массивных тесных двойных. Известно немногим более 50 звезд этого типа в нашей и других галактиках, в основном принадлежащих Местной группе. В работе обсуждаются различные методы поиска LBV в зависимости от расстояния, особое внимание уделено результатам поиска LBV в галактиках за пределами Местной группы по данным 6-метрового телескопа САО РАН.

24.01-01.331 Новый LBV-кандидат в галактике NGC 891. *Соловьева Ю.Н., Винокуров А.С., Калдыбекова А.Б.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 3, с. 164. Рус.

Продолжен поиск ярких голубых переменных (luminous blue variables, LBVs) в галактиках за пределами Местной группы. LBV — малочисленный тип (около 50 известных LBV) звезд высокой светимости с неясным эволюционным статусом, показывающих существенную спектральную и фотометрическую переменность. В данной работе мы представляем результаты поиска в галактике NGC 891, находящейся на расстоянии около 10 Мпк. Звезда J022237.31+422234.2 ($M_V < -9.7^m$) показала изменение блеска около 1.3^m с 2011 по 2021 гг. и возможную спектральную переменность по данным БТА САО РАН. Вид зависимости изменения ее цвета (B–V) от изменения блеска в полосе В характерен для подтвержденных LBV звезд. Предварительные оценки болометрической светимости и начальной массы составляют $0.8 \cdot 10^6 L_\odot$ и $50 M_\odot$ соответственно. По совокупности наблюдательных проявлений J022237.31+422234.2 предварительно классифицирован как LBV-кандидат.

24.01-01.332 Предварительные результаты фотометрии геостационарных КА в оптическом и ближнем инфракрасном диапазонах. *Коробцев И.В., Еселевич М.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 4, с. 169-176. Рус.

Приводятся результаты применения коммерчески доступного фотоприемного устройства ближнего инфракрасного диапазона (0.9–1.7 мкм) в составе фотометрической аппаратуры телескопа АЗТ-ЗЗИК Саянской солнечной обсерватории ИСЗФ СО РАН. Определены параметры инструментальной фотометрической системы и коэффициенты перехода в стандартную систему. Сбор фотометрической информации в широком диапазоне длин волн начат по ряду геостационарных космических аппаратов с целью определения показателей цвета и поиска воз-

можных идентификационных признаков для различных спутниковых платформ. Показаны и проанализированы результаты измерений, описаны характеристики ИК-приемника, методика наблюдений и редукации данных.

24.01-01.333 Новый статус проекта ИСОН. *Молотов И.Е., Чжан Ч., Чжу Т., Юй Ш., Еленин Л.В., Захваткин М.В., Степаньянц В.А., Стрельцов А.И., Шильдкнехт Т., Эгамбердиев Ш.А., Тунгалаг Н., Буянжигит Р., Заллес Р., Абделазиз А.М., Тилиб С.К., Магомед Н., Перец Тижжерина Э.Г., Русаков О.П.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 4, с. 177-182. Рус.

Международная научная оптическая сеть ИСОН — открытый международный научный проект, специализирующийся на наблюдениях околоземных космических объектов. Он начался в Пулковской обсерватории в 2004 г., затем был продолжен в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, а с 2019 г. реализуется частной компанией «Малое инновационное предприятие «ИСОН Баллистика-Сервис». Таким образом, ИСОН превратился в открытый международный частный проект. Еще одной новой особенностью является укрепление сотрудничества с Китайской академией наук. Также проект постепенно превращается в международный центр обмена информацией по космическому мусору.

24.01-01.334 Наблюдение сверхновой SN2023ixf в июле 2023 г. *Николенко И.В., Аршинкин С.С., Маслов И.А., Шенаврин В.И.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 4, с. 183-185. Рус.

В июле 2023 г. были проведены наблюдения сверхновой SN2023ixf, с использованием нового поляриметра телескопа Цейсс-1000 Симеизской обсерватории ИНАСАН и инфракрасного фотометра ГАИШ (КАС МГУ). Приводятся спектральные потоки от сверхновой в стандартных полосах UBVRJ JHKLM и оценки параметров линейной поляризации для полос BVRI.

24.01-01.335 Метеоритообразующие тела внутри орбиты Земли. *Терентьева А.К., Барабанов С.И.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 4, с. 186-187. Рус.

По опубликованным данным была рассмотрена популяция 39 метеоритообразующих тел. Из них были выбраны 4 объекта, орбиты которых расположены внутри орбиты Земли. Динамический параметр Тиссерана Tj (возмущающая планета — Юпитер) указывает на их астероидное происхождение. Из астероидов NEO были отобраны те, что расположены внутри орбиты Земли. Таких оказалось 26 астероидов. Из популяции 26 астероидов, согласно критерию Саутворда—Хоккина, найдены астероиды, которые могут быть связаны с метеоритообразующими телами. Предполагается, что эти тела могут быть осколками соответствующих астероидов. Делается вывод, что внутри орбиты Земли возможен постоянный источник образования метеоритообразующих т.

24.01-01.336 Исследование влияния применения модели AOD1B на точность обработки DORIS измерений. *Кузин С.П.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 4, с. 188-191. Рус.

Исследовано влияние применения модели AOD1B, учитывающей неупругие атмосферные и океанические возмущения, на точность обработки DORIS измерений. Для решения указанной задачи были обработаны DORIS данные в формате RINEX для десяти миссий системы DORIS (Cryosat2, HY2A, HY2C, HY2D, Jason2, Jason3, Saral, Sentinel3a, Sentinel3b, Sentinel6a), восемь из которых являются действующими и две миссии (Jason2 и HY2A) завершили свою работу. Интервал обработки для каждой действующей миссии составляет промежуток времени от начала миссии до конца 2022 г. Для проекта Jason2 интервал обработки составлял 2008.5–2019.8 гг., для проекта HY2A — 2011.8–2020.7 гг. Результаты исследования показывают, что использование модели AOD1B для всех десяти миссий совсем незначительно (менее 1%) уменьшает среднюю остаточную погрешность DORIS измерений. Таким образом, применение модели AOD1B при обработке DORIS измерений не оказывает существенного влияния на точность получаемого решения в используемой стратегии обработки.

24.01-01.337 Использование кватернионов при обработке DORIS данных. *Кузин С.П. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 4, с. 192-194. Рус.

Выполнено исследование применения кватернионов при обработке DORIS измерений формата RINEX и проведена оценка влияния использования кватернионов на точность результатов обработки. Обработка данных с использованием кватернионов применялась для измерений спутников Jason2 и Jason3. Для проекта Jason2 интервал обработки составлял 2008.5—2019.8 гг., для проекта Jason3 — 2016.0—2023.0 гг. Результаты вычисления радиальной скорости между передатчиками и приемниками указанных миссий показывают незначительное уменьшение средней остаточной погрешности радиальной скорости при использовании кватернионов (менее 1%). Таким образом, при используемой стратегии обработки DORIS измерений, использование кватернионов не оказывает существенного влияния на точность получаемого решения.

24.01-01.338 Четырехканальный российско-узбекский кластер. *Ибрагимов М.А., Наливкин М.А., Шугаров А.С., Висикало Д.В., Эгамбердиев Ш.А. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 4, с. 195-203. Рус.

Описан новый широкоугольный оптический инструмент ИНАСАН, который создается в рамках двустороннего российско-узбекского сотрудничества по астрономии в 2023—2024 гг. Инструмент представляет собой кластер из четырех идентичных широкоугольных 28 см телескопов на единой монтажке и предназначен для всенебесных обзоров и фотометрического мониторинга. За одну экспозицию кластер просматривает небесную площадку 7 кв. гр. одновременно в четырех фотометрических полосах с масштабом пикселя 1.26". Приведены и обсуждены технические и оптико-электронные характеристики кластера. Кластер планируется установить на Майданакской астрономической обсерватории АИ АН РУз, которая характеризуется большим количеством ясного ночного времени (около 2500 часов в год) с устойчивым и высоким медианным качеством изображения (лучше 0.7"). Кластер ИНАСАН станет одним из наиболее информативных позиционно-фотометрических комплексов в РФ и будет востребован в мировой сети многоцветных широкоугольных оптических телескопов, включая астрономические сети БРИКС.

24.01-01.339 Режимы наблюдений блока камер поля космической обсерватории «Спектр-УФ». *Шмагин В.Е., Сичевский С.Г., Шугаров А.С. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 5, с. 20-210. Рус.

Блок камер поля — один из основных научных приборов обсерватории «Спектр-УФ», который предназначен для получения изображений астрономических объектов в нескольких спектральных диапазонах. В его конструкции предусмотрено три канала: канал вакуумного ультрафиолета (115—176 нм) с высокими пространственным разрешением, оснащенный МКП-приемником с CsI фотокатодом; канал ближнего ультрафиолета (150—320 нм) с высокими пространственным разрешением, оснащенный МКП-приемником с GaN фотокатодом; и канал ближнего ультрафиолетового и оптического диапазона (180—1000 нм) с полем зрения 4.5×4.5' и КМОП-приемником. МКП-приемники являются солнечно-слепыми (чувствительность в оптическом диапазоне на 3—8 порядков меньше, чем в ультрафиолетовом). Помимо режима получения изображений с использованием светофильтров, предусмотрен режим полевой спектроскопии низкого разрешения. В статье кратко изложены общие характеристики и возможные режимы работы блока камер поля, доработанного после 2022 г. группой сотрудников Института астрономии РАН.

24.01-01.340 Логика формирования состава российского сегмента Центра данных в области УФ-астрономии. *Архангельский Р.Н., Иосипенко С.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 5, с. 211-215. Рус.

На основании требуемых функций и особенностей функционирования производится формирование состава компонентов российского сегмента объединенного Российско—Китайского Центра данных по исследованию Луны и дальнего космоса в

области УФ-астрономии.

24.01-01.341 Прототип российского сегмента объединенного Центра данных по исследованию Луны и дальнего космоса в УФ области. *Архангельский Р.Н., Иосипенко С.В. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 5, с. 216-222. Рус.

Представлен обзор существующих и перспективных источников УФ данных, на основании которых целесообразно формировать требования к проектированию российского сегмента объединенного Российско—Китайского Центра данных по исследованию Луны и дальнего космоса в области УФ-астрономии.

24.01-01.342 Баллистическое проектирование миссии «Спектр-УФ». *Филиппов М.Л., Мошнев А.А., Погodin А.В., Захваткин М.В., Степаньянц В.А. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 5, с. 223-229. Рус.

В АО «НПО им. Лавочкина» в соответствии с актуальной ФКП РФ проводятся работы по созданию космической астрофизической обсерватории ультрафиолетового диапазона «Спектр-УФ». Выведение будет осуществляться ракетой-носителем (РН) «Ангара-А5М» с разгонным блоком (РБ) ДМ с космодрома «Восточный». В качестве рабочей орбиты определена геосинхронная орбита с наклоном 35 градусов. Параметры орбиты (высоты перигентра и апоцентра, аргумент перигентра) выбирались, в том числе, исходя из необходимости уменьшения потенциально опасных сближений с космическими объектами (КО) на геостационарной орбите (ГСО) и в защищаемой области вокруг нее. В работе приводится справочная баллистическая информация по выбранной рабочей орбите (интервалы тени, зоны радиовидимости), а также схема выведения, оценка максимальной массы космического аппарата (КА) и необходимый запас характеристической скорости для осуществления приведения орбиты выведения на заданную среднюю географическую долготу, выполнения коррекций поддержания и проведения заключительных операций с КА.

24.01-01.343 Массивные звезды в УФ. *Холтыгин А.Ф. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 5, с. 230-236. Рус.

Обсуждаются результаты наблюдений массивных звезд ранних спектральных классов в ультрафиолетовом (УФ) диапазоне, начиная от наблюдений на обсерваториях Орион-1 и 2. Обсуждаются такие проблемы как диагностика звездного ветра О звезд и звезд типа Вольфа—Райе и их пульсационной активности, определение химического состава массивных звезд и анализ структуры дисков Ве звезд. Особое внимание уделено задачам, которые можно решать с помощью наблюдений на космической обсерватории «Спектр-УФ».

24.01-01.344 Критерии реализации магнитосферной аккреции во взрывных переменных. *Бескровная Н.Г., Ихсанов Н.Р. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 5, с. 237-240. Рус.

Обсуждается процесс аккреции во взрывных (катаклизмических) переменных на белый карлик с сильным магнитным полем. Вычислены пороговые значения магнитного поля белого карлика, препятствующего формированию аккреционного диска в системе. Вопрос о реализации в системе магнитосферной аккреции рассматривается в рамках различных предположений о геометрии аккреционного потока и механизмах проникновения газа в магнитное поле белого карлика на границе его магнитосферы. В рамках диффузионного приближения вычислено максимальное возможное значение магнитного поля белого карлика, при котором в системе может быть реализована магнитосферная аккреция.

24.01-01.345 Белые карлики и голубые бродяги в рассеянных звездных скоплениях, анализ населения на основе поиска в ультрафиолетовом диапазоне. *Селезнев А.Ф., Мишневич В.О. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 5, с. 241-247. Рус.

Яркие белые карлики и голубые бродяги являются одними из самых ярких объектов в старых рассеянных и шаровых звездных скоплениях при наблюдениях в ультрафиолетовом диапазоне. Поэтому «Спектр-УФ» позволяет эффективно обнаружива-

вать такие звезды и определять основные свойства их населений в скоплениях. В первую очередь представляет интерес их пространственное распределение и доля среди вероятных членов скоплений. Количество белых карликов может дать информацию о количестве звезд с массой примерно до 10 масс Солнца, которые родились в составе данного скопления, что важно для построения начальной функции масс. Количество голубых бродяг даст информацию о количестве двойных систем, в которых происходил значительный обмен веществом между компонентами. Приводится список рассеянных скоплений, в которых «Спектр-УФ» может быть использован для поиска белых карликов и голубых бродяг.

24.01-01.346 Разработка и создание поляриметра для телескопа Цейсс-1000. *Николенко И.В., Аршинкин С.С., Маслов И.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 255-257. Рус.

Разработан и изготовлен поляриметр для телескопа Цейсс-1000 Симеизской обсерватории ИНАСАН. Прибор позволяет оперативно вводить (и выводить) поляризационный светофильтр в поле зрения штатной камеры телескопа. Проведены первые наблюдения. Планируется использовать этот прибор, как штатное оборудование.

24.01-01.347 Метеорные наблюдения на радиолокационной станции Казанского федерального университета. *Коротышкин Д.В., Шерстюков О.Н., Валиуллин Ф.С.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 258-267. Рус.

Описан метеорный радар Казанского федерального университета как высокоточный и надежный инструмент астрономических исследований притока метеорного вещества в атмосферу Земли. На примере метеорного потока Геминид показаны возможности метеорного радара. Сравнение полученных параметров метеорного потока Геминид со значениями, полученными в других работах, показало высокую точность и стабильность проводимых на метеорном радаре КФУ астрономических наблюдений.

24.01-01.348 Моделирование распада двойных транснептуновых объектов. *Гусев В.Д., Кузнецов Э.Д.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 268-272. Рус.

Выполнено моделирование распада двойных транснептуновых объектов, относящихся к динамически холодному населению классического пояса Койпера. Рассматривались двойные транснептуновые объекты массой 10^{-10} , 10^{-11} , 10^{-12} , 10^{-13} , 10^{-14} масс Солнца при отношениях масс компонентов 1:1, 1:2, 1:10, 1:25 без учета приливных эффектов. По результатам численных экспериментов сформулирован критерий формирования пары транснептуновых объектов на близких орбитах в результате распада двойного сверхширокого транснептунового объекта. Получены оценки относительных расстояний, скоростей компонентов и метрики Холшевникова, соответствующие моменту формирования пары.

24.01-01.349 Синтетические фазовые зависимости поляризации комет в широкополосных и узкополосных кометных фильтрах. *Киселев Н.Н., Жужулина Е.А., Петров Д.В., Карпов Н.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 273-278. Рус.

Приводятся результаты построения и анализа синтетических фазовых зависимостей поляризации комет, на основе Поляриметрической Базы Данных Комет и наблюдений, выполненных в 2018–2023 гг. на поляриметрах 2.6-м телескопа КрАО и 2-м телескопа обсерватории Пик Терскол в широкополосных и узкополосных кометных фильтрах. Показано, что фазовые зависимости степени линейной поляризации систематически отличаются для короткопериодических и долгопериодических комет.

24.01-01.350 Оценки возраста пяти пар транснептуновых объектов на близких орбитах. *Кузнецов Э.Д., Аль-Шиблави О.М., Гусев В.Д.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 279-287. Рус.

Исследована вероятностная эволюция пяти пар транснептуновых объектов на близких орбитах. Все пары относятся к хо-

лодному населению классического пояса Койпера. Для каждого транснептунового объекта генерировалось 1000 клонов в пределах ошибок определения элементов орбиты. Численное моделирование выполнялось с помощью программы OrbFit9, входящей в комплекс OrbFit. При моделировании на интервале времени 10 млн. лет в прошлое учитывались возмущения от восьми больших планет и карликовой планеты Плутон, на интервале 200 млн. лет в прошлое учитывались возмущения только от четырех планет-гигантов. Для оценки возраста пар использовались два метода. В первом методе выполнялся поиск моментов низкоскоростных сближений клонов, относящихся к разным объектам пары. Во втором методе анализировались моменты времени достижения минимального значения метрики Холшевникова между клонами разных транснептуновых объектов. Низкоскоростные сближения для рассматриваемых пар не зафиксированы. На основе анализа моментов достижения минимальных значений метрики получены оценки возраста для всех пяти пар. Минимальный возраст 42_{-31}^{+147} тыс. лет зафиксирован для пары 2013 SD101 — 2015 VY170. Максимальная оценка возраста $2.2_{-0.7}^{+1.0}$ млн. лет получена для пары 2003 QL91 — 2015 VA173. Все пять рассмотренных пар транснептуновых объектов можно отнести к молодым.

24.01-01.351 История наблюдений астероидов и комет в Симеизской обсерватории. *Николенко И.В., Аршинкин С.С., Крючков С.В.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 280-291. Рус.

История Симеизской обсерватории, которая является частью ИНАСАН, перешагнувшая свой 100-летний юбилей, неразрывна связана с наблюдениями малых тел Солнечной системы. Также приводится история наблюдений малых тел в разные периоды существования обсерватории.

24.01-01.352 Динамика кометы 157P/Tritton и ее фрагментов. *Кузнецов В.В., Чернетенко Ю.А.* *Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 292-298. Рус.

В работе исследована динамика кометы 157P/Tritton и ее фрагмента 157P-B, наблюдавшегося в 2022 г. Световые кривые кометы в четырех последних появлениях, особенно в 2017 г., показывают нерегулярные изменения ее яркости. Тогда же произошло изменение знака негравитационного параметра A_2 , что также может указывать на неустойчивое состояние ядра кометы. Анализ «O—C» в 2021–2023 гг. позволяет предположить, что фрагментов было два, и каждый из двух фрагментов наблюдался в течение примерно двух недель с интервалом между ними, равным 10 суткам. Время отделения фрагментов от основного тела оценивалось в результате вариации момента отделения и определения на этот момент компонентов скорости фрагмента при фиксированных координатах основного тела. Считалось, что минимальное значение среднеквадратической ошибки соответствует времени разделения. Время отделения первого фрагмента от основного тела оценивается достаточно уверенно, с ошибкой в десятки суток. В качестве наиболее вероятной принята дата 6 июня 2020 г., это примерно через три месяца после сближения с Юпитером и за два года до прохождения через перигелий. Время отделения второго фрагмента от основного тела оценивается менее уверенно, оно могло произойти на интервале порядка 800 суток, поэтому было рассмотрено два варианта: отделение в начале этого интервала 6 июня 2020 г. и конце — 1 июля 2022 г. Рассмотрена также возможность отделения второго фрагмента от первого. Оцененное время этого события ближе к началу приведенного интервала, что указывает на то, что оба фрагмента могли образоваться практически одновременно. На момент 6 июня 2020 г. скорость отделения первого фрагмента составляла $|\Delta v_1| = (5.02 \pm 0.07)$ м/с. Угол между векторами скорости основного тела и изменения скорости, θ_1 , равен 133.2° . На этот же момент скорость отделения второго фрагмента составляла $|\Delta v_2| = (0.87 \pm 0.21)$ м/с и $\theta_2 = 96.2^\circ$. Если же отделение второго фрагмента от основного тела произошло незадолго до начала его наблюдений 1 июля 2022 г., то $|\Delta v_2| = (5.68 \pm 0.88)$ м/с и $\theta_2 = 164.0^\circ$. Скорость отделения второго фрагмента от первого оценивается с большой ошибкой. Обстоятельства разделения 157P таковы, что наиболее вероятной причиной фрагментации могло быть столкновение кометы с некоторым малым телом. С.

24.01-01.353 Влияние внутренней структуры частиц на поляризационные свойства кометы 29P/Schwassmann—Wachmann 1. *Петров Д.В., Жузюлина Е.А. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 299-301. Рус.

Поляриметрические наблюдения кометы 29P/Schwassmann—Wachmann 1 проводились на 2.0-м телескопе обсерватории Пик Терскол и на 2.6-м телескопе Крымской астрофизической обсерватории в период с 2018—2022 г. Диапазон фазовых углов, охваченный наблюдениями, составил от 2 до 9.6°. Наблюдения выявили значительную разницу в степени линейной поляризации кометы 29P/Schwassmann—Wachmann 1 при одном и том же фазовом угле в разное время наблюдения. Для объяснения этого факта было проведено компьютерное моделирование рассеяния света радиально-пористыми фрактальными частицами. Показано, что изменение внутренней структуры рассеивающих частиц заметно влияет не только на интенсивность, но и на степень поляризации рассеянного света. Когда рассеивающая частица становится более «пушистой», это одновременно приводит к увеличению интенсивности и степени линейной поляризации рассеянного света. Следовательно, изменения степени поляризации могут быть объяснены морфологическими изменениями внутренней структуры кометного вещества.

24.01-01.354 Поиск кандидатов в активные астероиды среди АСЗ. *Барabanов С.И., Ваханас Е.С. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 302-305. Рус.

The Institute of Astronomy of the Russian Academy of Sciences has been conducting observations of near-Earth objects since 2010, and a large archive of photometric data has been obtained. In order to determine the criteria for identifying objects for archival search of cometary activity near asteroids, distributions by orbital elements and physical characteristics of known active asteroids (AAs) are considered. Based on the analysis of the AAs distributions and the orbital elements of the near-Earth asteroids (NEA) from the INASAN archive, several asteroids were included in the list of objects for further research — archival search and new observations in order to identify comet activity of asteroids.

24.01-01.355 Сравнение эволюции орбит околоземных астероидов 52768 (1998 OR2) и 159402 (1999 AP10). *Емельяненко В.В., Карташова А.П. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 306-308. Рус.

Проведено сравнение эволюции орбит астероидов 52768 и 159402. Эти объекты имеют очень похожее динамическое поведение в прошлом. С большой вероятностью оба астероида подходили к Солнцу на расстояние менее 0.1 а. е. Анализ сближений с Солнцем, выполненный для виртуальных частиц из доверительных областей орбит, подтверждает возможность общего происхождения астероидов 52768 и 159402 в результате распада первоначального объекта вблизи Солнца.

24.01-01.356 Постоянные Тиссерана для малых тел относительно планет Солнечной систем. *Емельяненко Н.Ю. Научные труды Института астрономии РАН.* 2023. 8, № 6, с. 309-311. Рус.

Исследована постоянная Тиссерана малого тела относительно планет Солнечной системы. Выделены орбиты малых тел, для которых она равняется трем. Орбиты малых тел могут быть высокоэксцентричными.

24.01-01.357 О возможности оперативного вычисления предварительной орбиты по короткой дуге с целью проведения повторных наблюдений в текущую ночь. *Санникова Т.Н. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 2, с. 5-11. Рус.

Исследованы условия для успешного динамического планирования повторных наблюдений новых космических объектов при работе телескопа в автоматическом режиме. Рассмотрены 248 пар сетов наблюдений, полученных в течение одной ночи на телескопе АТ-64 Крымской астрофизической обсерватории в 2022 г. Для 234 пар по первому сету найдены предварительные орбиты методом Лапласа с последующим улучшением методом дифференциальной коррекции. Уточнение орбиты проведено сначала с использованием формул задачи двух тел, затем с по-

мощью упрощенной модели возмущенного движения SGP4. Далее определены эфемериды на моменты времени второго сета и оценено их качество путем вычисления углового расстояния (O—C) между наблюдаемыми и вычисленными положениями объекта. Принято, что предварительная орбита имеет хорошее качество, если (O—C) < 45', то есть объект попадает в поле зрения телескопа АТ-64. В результате получено, что для успешного определения предварительной орбиты и вычисления эфемериды хорошего качества желательно получить первый сет с топодендрической дугой более 1° и продолжительностью более 3 мин, а для объектов с большой полуосью менее 20000 км — с дугой более 5°. Повторное наблюдение необходимо провести в течение 60 мин от эпохи предварительных элементов, в случае объектов с большим отношением площади к массе — в течение 30—40 мин. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss2-pp5-11>.

24.01-01.358 Методы и расчеты, применяемые к изображениям новых подсмотровых систем САО РАН. *Шалдырван И., Комаров В., Фокин М. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 2, с. 12-18. Рус.

описываются методы и расчеты обработки изображений, полученных с IP-камер на базе CMOS-матриц, которые используются на Верхней научной площадке САО РАН. Представлены два метода автоматического переключения режимов работы камеры (день/ночь), выбран наиболее предпочтительный из них. Приведены способы обработки изображений, полученных в условиях недостаточной освещенности. Исполнена камера для получения серий снимков Полярной звезды, и описан метод вычисления seeing по этим сериям. Оценен потенциал применения данных методов обработки изображений для нужд САО РАН. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss2-pp12-18>.

24.01-01.359 Проект системы координатного обеспечения АСУ облучателя тип 3 РАТАН-600, результаты апробации алгоритма поиска координат на растровом изображении. *Вакурин В.С., Стороженко А.А., Жаров В.И., Гречжин А.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 2, с. 19-. Рус.

В 2019 году на радиотелескопе РАТАН-600 была введена в опытную, а затем и в штатную эксплуатацию новая система автоматического управления (АСУ) облучателя тип 3, что обеспечило новые возможности по управлению параметрами движения элементов облучателя и в целом позволило начать цикл методических работ по внедрению нового режима наблюдений с сопровождением объектов. Для повышения качества сопровождения, внедрения новых автоматизированных режимов наблюдений необходимо интегрировать в АСУ облучателя систему координатного обеспечения. В работе исследованы подходы к решению задачи автоматизированного координатного обеспечения работы облучателя тип 3 радиотелескопа РАТАН-600. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss2-pp19-24>.

24.01-01.360 Крупномасштабные магнитные поля Солнца по наблюдениям в видимых и инфракрасных линиях и некоторые проблемы космической погоды. *Демидов М., Hanaoka Y., Sakurai T. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 2, с. 25-33. Рус.

Одним из наиболее актуальных направлений современной науки, имеющим к тому же важный прикладной аспект, является космическая погода (КП) — исследование и прогноз физических условий в межпланетном космическом пространстве, обусловленных процессами на Солнце. В настоящее время достигнут значительный прогресс в прогнозировании таких важных параметров КП, как скорость и плотность солнечного ветра. Но некоторые проблемы по-прежнему далеки от решения. Одна из таких проблем — противоречие в рассчитанных по различным моделям и наблюдаемых значениях напряженности межпланетного магнитного поля (ММП). Попытки устранить такое различие, например посредством корректировки магнитограмм, носят довольно искусственный характер и не дают стабильного результата. Основной целью настоящей работы, наряду с задачей сопоставления солнечных полнодисковых магнитограмм, получаемых в различных обсерваториях, является попытка разрешения данного противоречия посред-

ством использования новых наблюдений, выполненных в инфракрасных линиях. Такие линии, как известно, отличаются более высокой чувствительностью к слабым магнитным полям (а именно слабые крупномасштабные магнитные поля определяют параметры ММП), чем линии видимого диапазона. Измерения в инфракрасных линиях Fe I 1564.8 нм, Si I 1082.7 нм, He I 1083.0 нм выполняются на инструменте IRmag (Infrared Stokes spectro-polarimeter) Национальной астрономической обсерватории Японии (NAOJ). Используемые наблюдения в линиях видимого диапазона выполнены на инструментах GONG, SDO/HMI, Wilcox Solar Observatory (WSO), Солнечном телескопе оперативных прогнозов Саянской солнечной обсерватории (СТОП ССО). Обнаружено, что систематические различия в магнитограммах, выполненных в различных линиях, могут быть очень значительными и достигать фактора 2–5. Показано, что при использовании в расчетах ММП наблюдений в линии Si I 1082.7 нм удается в значительной степени устранить противоречия между модельными расчетами и экспериментальными результатами. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss2-pp25-33>.

24.01-01.361 Влияние внутренней структуры на рассеивающие свойства неоднородных частиц. *Петров Д. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 3, с. 19-26. Рус.

Неоднородные частицы широко распространены в природе. При интерпретации наблюдательных данных дистанционного зондирования небесных тел зачастую определяется относительное содержание различных элементов. В данной статье исследуется вопрос о влиянии взаимного расположения неоднородностей на рассеивающие свойства слоистых частиц. Рассмотрены силикатно-углеродные (силикат, покрытый слоем углерода) и углеродно-силикатные (углерод, покрытый слоем силиката) частицы. Компьютерное моделирование рассеивающих свойств слоистых частиц методом матриц формы показало, что взаимное расположение слоев при одинаковом содержании углерода и силиката заметно влияет как на интегральные характеристики рассеяния (фактор рассеяния, фактор поглощения, альbedo однократного рассеяния), так и на степень линейной поляризации. Сравнение результатов моделирования с результатами поляриметрических наблюдений астероида F-типа (3200) Phaethon показало, что для астероидов данного типа характерны скорее силикатно-углеродные частицы, которые обладают как более высокой степенью линейной поляризации на соответствующем фазовом угле, так и более низким альbedo. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol118-iss3-pp19-26>.

24.01-01.362 Зависимость температуры звездных пятен от спектрального класса и светимости звезд. *Алексеев И.Ю., Кожевникова А.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 3, с. 27-32. Рус.

Рассмотрены модели запятненности 54 звезд различных спектральных классов и классов светимости (эволюционных статусов), показывающих активность солнечного типа. Для каждой рассмотренной стадии эволюции (молодые post T Tau звезды, карлики GP и проэволюционировавшие гиганты) отмечена зависимость температур пятен от температуры невозмущенной фотосферы. Показана слабая зависимость температур пятен от эволюционной стадии звезды. Получено общее аналитическое выражение для оценки температур звездных пятен по температурам невозмущенных фотосфер. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol118-iss3-pp27-32>.

24.01-01.363 Свечение атомов водорода и гелия в условиях звездных хромосфер. *Бычков К.В., Белова О.М., Малютин В.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 3, с. 33-38. Рус.

Выполнены расчеты излучения бальмеровской серии водорода и линии гелия HeI 5876. Рассматриваются условия атмосфер холодных звезд. Задавались температура, концентрация и колонковая плотность газа. Рассмотрена возможная роль надтепловых частиц, которые представлены электронным газом с температурой 200 эВ. Лучистый перенос учитывался в рамках модели Соболева—Бибермана—Холстейна. Вероятность выхода в частотах линий вычислялась для свертки профилей Доплера и Хольцмарка в случае водорода и для фойгтовского профи-

ля в случае гелия. Решена система кинетических уравнений, описывающих стационарную населенность дискретных уровней и континуума водорода и гелия. Учтены связанно-связанные, связанно-свободные радиационные и ударные переходы. Без учета быстрых частиц в холодном газе (6000 К) бальмеровский декремент является очень круглым, а с учетом быстрых частиц — положим. В горячем газе (12 000 К) декремент может смениться инкрементом. Поток в линии гелия достигает нескольких процентов от потока в $H\alpha$ при наличии потока быстрых электронов $\sim 10^6$ эрг/см²/с или в горячем газе ($T \geq 15000$ К). DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol118-iss3-pp33-38>.

24.01-01.364 Поперечные градиенты продольного магнитного поля в активных областях с разным уровнем вспышечной продуктивности: различные подходы к вычислению, динамика и вероятные критические значения. *Фурсяк Ю. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 3, с. 39-57. Рус.

Основной задачей исследования является анализ величины и динамики поперечной составляющей градиента продольного магнитного поля в активных областях (АО) с различным уровнем вспышечной продуктивности. В работе использованы данные о пространственном распределении на уровне фотосферы Солнца B_z -компоненты вектора магнитного поля, предоставляемые инструментом Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) на борту Solar Dynamics Observatory (SDO). Для анализа отобраны 13 АО: 6 областей с низкой активностью и 7 с высокой, из них две области с дополнительным всплытием магнитного потока. Мониторинг каждой из областей осуществлялся на протяжении 3–5 суток в пределах 30–35 географических градусов относительно центрального меридиана. Рассмотрены два подхода к вычислению градиента продольного магнитного поля — современный, требующий магнитографических данных высокого пространственного разрешения, и классический. Для каждого подхода определены параметры, характеризующие градиент продольного магнитного поля в АО. Для современного подхода это средняя по АО величина поперечной составляющей градиента продольного магнитного поля $\langle \nabla \perp B_z \rangle$, для классического подхода — максимальное значение поперечной составляющей градиента продольного магнитного поля совокупности пар пятен в АО ($\max(\nabla \perp B_z)$). Динамика выбранных параметров сопоставлена с уровнем вспышечной продуктивности АО. Показано, что: 1. Существуют пороговые значения параметров, характеризующих градиент продольного магнитного поля АО. Для величины $\langle \nabla \perp B_z \rangle$ критическое значение равно 0.08 Гс·км⁻¹, а для параметра $\max(\nabla \perp B_z)$ — 0.115 Гс·км⁻¹. 2. Первые мощные вспышки рентгеновских классов M и выше наблюдаются в АО через 23–25 часов после превышения вышеуказанными параметрами соответствующих критических значений. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol118-iss3-pp39-57>.

24.01-01.365 Анализ и методика обработки спектров пульсаций радио-, оптического и рентгеновского излучений солнечной вспышки 2015 года. *Курьяков Ю., Горшков А., Кашапова Л., Барта М. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 3, с. 58-62. Рус.

Работа посвящена поиску квазипериодических колебаний солнечных вспышек на основе наблюдений в хромосферных линиях H CaII, H β , H α IR CaII Å (спектрограф HSFA-2, Ondrejov), образующихся под воздействием множества параметров: температуры, плотности, движения вещества, меняющихся в широких диапазонах. После обработки спектров и спектрогелиограмм, включая данные RHESSI и RT-3 в рентгеновском и радиодиапазоне (3 ГГц) соответственно, выявлены близкие между собой периоды колебаний с характерными значениями 1–2 мин. В радио- и рентгеновском излучении также обнаружены предположительно 5-минутные колебания. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol118-iss3-pp58-62>.

24.01-01.366 Идентификация объектов оптического диапазона в областях жесткого излучения вблизи красных карликовых звезд. *Шляпников А. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 3, с. 5-18. Рус.

Проведен анализ областей локализации источников ТЭВ

гамма-излучения в рентгеновском и оптическом диапазонах спектра. Указаны угловые расстояния от положения максимумов в распределении высокоэнергетических потоков до вероятных кандидатов на идентификацию с красными карликами. Также рассмотрены возможные отождествления более слабых ТЭВ-источников и других объектов поля. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol118-iss3-pp5-18>.

24.01-01.367 Эволюция солнечной вспышки SOL 2013-05-17: анализ оптических спектров (серия Бальмера) и квазипериодические пульсации. *Кутряков Ю., Бычков К., Белова О., Горшков А., Барта М. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 5-11. Рус.

Цель работы — изучение поведения кривых интенсивности излучения в линиях He , $H\beta$ и $H\alpha$ в процессе развития вспышки и сравнение результатов с расчетными значениями. Наблюдения проводились на горизонтальной солнечной установке HSFA-2 (Обсерватория Онджеёв). Для обработки была отобрана вспышка 2013-05-17 класса M 3.2 в активной области NOAA 11748, для которой были определены абсолютные значения потоков в спектральных линиях. Показано, что наблюдениям удовлетворяет модель нагрева хромосферного газа потоком магнитогиродинамических волн из конвективной зоны и его ионизация и возбуждение потоком надтепловых частиц из короны. Выполнены расчеты в линиях водорода с учетом основных процессов, определяющих излучение газа, непрозрачного в спектральных линиях. Плоский декремент бальмеровской серии свидетельствует о неоднородности излучающей области по вертикали. Поиск квазипериодических пульсаций показал, что в данной вспышке они обнаруживаются только в линии $H\alpha$ с уровнем значимости 95%. В других спектральных диапазонах они отсутствуют. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp5-11>.

24.01-01.368 Солнечный магнитограф для прогнозирования космической погоды. *Тлатов А.Г., Березин И.А., Шрамко А.Д., Дормидонтов Д.В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 12-16. Рус.

Прогнозирование космической погоды является необходимым элементом системы обеспечения технологической безопасности для наземных и космических объектов. Наиболее перспективным на данном этапе является создание наземной наблюдательной сети. В составе такой сети должны быть солнечные магнитографы, обеспечивающие наблюдение крупномасштабных магнитных полей Солнца. Данные магнитографических наблюдений позволяют получить оценку параметров рекуррентных потоков солнечного ветра. В работе представлен проект солнечного магнитографа для обеспечения прогнозирования космической погоды. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp12-16>.

24.01-01.369 О новой концепции спектральной радиометрии на РАТАН-600. *Богод В.М., Лебедев М.К., Овчинникова Н.Е., Рипак А.М., Стороженко А.А., Курочкин Е.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 17-26. Рус.

Представлены результаты новых наблюдений радиоизлучения короны Солнца в диапазоне 1–3 ГГц на РАТАН-600. Сложность наблюдений в этом диапазоне обусловлена большим количеством помех искусственного происхождения (мобильная связь, спутниковая навигация, микроволновые печи, авиационные локаторы и др.). Задачи, связанные с проблемами преобразования магнитной энергии в энергию вспышек, нагрева короны, роли узкополосных явлений, квазипериодических пульсаций в солнечной короне, остаются актуальными. Стала насущной смена концепции приемной спектральной аппаратуры для радиотелескопа РАТАН-600. В САО РАН ведется работа по созданию серии спектральных комплексов нового поколения с перекрытием всего рабочего диапазона РАТАН-600. В данной статье мы представляем результаты первых серий наблюдений на панорамном спектральном радиометрическом комплексе в диапазоне 1–3 ГГц (ПСРК 1–3 ГГц) по исследованиям слабоконтрастных корональных структур. Становится доступной реализация режима наблюдений различных объектов: от

мощных вспыхивающих радиоисточников до слабых структур, вплоть до радиогрануляционного уровня. Разработаны и внедрены высокоскоростные средства приема и обработки информации с целью разделения полезных и помеховых сигналов в режиме реального времени. Эти параметры в совокупности с возможностями РАТАН-600 по эффективной площади и широкому частотному перекрытию позволили провести наблюдения слабых корональных структур в диапазоне 1–3 ГГц. Обсуждаются результаты первых серий наблюдений слабых корональных структур и их интерпретация по воздействию на тепловые процессы в короне. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp17-26>.

24.01-01.370 Главный аргумент против пульсаций Солнца. *Котов В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 27-34. Рус.

Близость периода колебаний Солнца, 0,111 сут. к 9-й гармонике среднесолнечных суток представляется оппонентами в качестве основного аргумента против колебаний. Мы показываем, что на деле он, наоборот, доказывает реальность явления, поскольку суточный период Земли, по-видимому, является фундаментальной временной шкалой Солнечной системы, тесно связанной с движениями Солнца, Меркурия, Венеры и Земли. Однако истинная природа солнечных колебаний остается неизвестной. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp27-34>.

24.01-01.371 Формирование унифицированной базы данных наблюдений Солнца в линии He I 10830 Å, полученных в 1999–2023 гг. на телескопе БСТ-2 КраО. *Андреева О., Плотников А., Малащук В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 35-41. Рус.

На телескопе БСТ-2 накоплен уникальный наблюдательный материал за более чем два солнечных цикла. В период с 1999 г. по настоящее время получено свыше 4500 карт полного диска Солнца в линии He I 10830 Å, позволяющих исследовать эволюцию и характеристики корональных дыр, волокон и активных областей. В связи с тем, что за этот период процесс наблюдений неоднократно претерпевал модернизацию разной сложности и вносились изменения в программы обработки, мы имеем несколько рядов карт Солнца разного вида. В работе поставлена задача обработать весь наблюдательный материал по единой методике и сформировать унифицированную базу данных наблюдений в линии He I 10830 Å. Дается краткое описание алгоритма обработки наблюдений, и приводятся фрагменты базы данных. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp35-41>.

24.01-01.372 Электрооптические модуляторы ИСЗФ для наблюдений магнитных полей на Солнце. *Токарева Л., Скорморовский В., Кушталъ Г. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 42-48. Рус.

Описаны основные этапы разработки в ИСЗФ СО РАН электрооптических модуляторов (ЭОМ) на кристаллах группы KDP для солнечных магнитографов. Исследованы оптико-физические характеристики модуляторов. Проанализированы причины выхода из строя ЭОМ и предложены способы их устранения. Разработаны конструкции ЭОМ для разных типов управляющих напряжений. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp42-48>.

24.01-01.373 Радиотелескоп миллиметрового диапазона РТ-7.5 МГТУ им. Н.Э. Баумана: состояние и перспективы развития. *Смирнова В.В., Хайкин В.Б., Мажоев Г.А., Рыжов В.С. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 49-57. Рус.

Представлены результаты моделирования многолучевого режима работы радиотелескопа РТ-7.5 МГТУ им. Н.Э. Баумана. Предложена концепция бюджетных матричных приемников для волн 3 и 2 мм, которые позволят многократно уменьшить время построения полной карты солнечного диска. Приводятся результаты моделирования ожидаемых изображений солнечных субтегерцовых вспышек с положительным наклоном спектра на волнах 3 и 2 мм. DOI: <https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp49-57>.

24.01-01.374 ТеА — анализатор телескопа. ТеА — Telescope Analyzer. *Емельянов Э. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 58-63. Англ.

Разработан универсальный прибор для изучения оптики и механики телескопов БТА и Цейсс-1000. Прибор представляет собой КМОП-светоприемник ZWO ASI 1600 MM Pro, установленный на трехкоординатной подвижке. Предварительно прибор испытан на Цейсс-1000 и БТА. По испытаниям на БТА оценен спектр колебаний изображения по обеим осям, а также возможности использования прибора для оценки положения абберационной оси (по направлению комы по краю поля зрения), съемки гартманнограмм и регистрации изображений звездных полей для измерения коэффициентов системы коррекции наведения. DOI:<https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp58-63>.

24.01-01.375 Компенсация низкочастотных и квазистатических аббераций изображений в спектроскопии звезд. *Емельянов Э., Юшкин М., Верич Ю., Панчук В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 64-69. Рус.

Сообщается о применяемых в последние два десятилетия на БТА методах коррекции низкочастотных вариаций положения изображения звезды на входе спектральной аппаратуры несмиттовского и первичного фокусов телескопа. Новые технические решения позволили продлить диапазон рабочих частот до 6 Гц для звезд ярче 10^m . DOI:<https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp64-69>.

24.01-01.376 Коррекция наблюдательной селекции при анализе статистики экзопланет, открытых методом лучевых скоростей. *Ананьева В.И., Таиров А.В., Кораблев О.И., Саламашкина А.А. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 70-75. Рус.

Предложен усовершенствованный метод коррекции наблюдательной селекции при изучении статистики экзопланет, открытых методом лучевых скоростей. Проведена проверка предложенного метода через численное моделирование планет, распределение которых по массам следует степенному закону с показателем степени $-1, -1.5, -2, -2.5, -3$. Для оценки обнаружимости планет использовались периодограммы Ломба—Скаргла. Показано, что предложенный алгоритм, учитывающий количество измерений лучевой скорости, успешно восстанавливает распределение экзопланет по минимальным массам. DOI:<https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp70-75>.

24.01-01.377 Избранные работы по технике спектроскопии звезд. *Панчук В. Известия Крымской астрофизической обсерватории.* 2023. 119, № 4, с. 76-79. Рус.

Представлены работы, выполненные по инициативе и с участием Лаборатории астроспектроскопии (ЛА) САО в течение последнего десятилетия. С учетом изменившейся ситуации обсуждаются статус работ, их современное состояние и перспективы. DOI:<https://doi.org/10.34898/izcrao-vol119-iss4-pp76-79>.

24.01-01.378 Детальный анализ поведения критической частоты слоя F2 перед магнитными бурями. 10. Соотношение между отрицательными и положительными событиями. *Данилов А.Д., Константинова А.В. Гелиогеофизические исследования.* 2022, № 35, с. 3-11. Рус.

Продолжен анализ поведения отклонений критической частоты $WfoF2$ от спокойных условий в дни, предшествующие магнитной буре, начатый в серии предыдущих публикаций авторов. Анализируется соотношение между отрицательными и положительными отклонениями. Найдено, что это соотношение зависит от интенсивности предстоящей бури. С ростом отрицательной величины Dst отношение $N(-)/N(+)$ уменьшается, т. е. чем сильнее буря, тем доля отрицательных событий меньше. При анализе указанной зависимости отдельно для каждого предбуревое дня обнаружено, что указанное отношение растет от дня 0 (день начала бури) к дням 1–3 по мере удаления от момента начала бури.

24.01-01.379 Извержение вулкана Сакурадзима 14.11.2018 г. по семантическим критериям сейсмической опасности в интернете. *Тертышников А.В. Гелиогеофизические исследования.* 2022, № 35, с. 12-20. Рус.

Отмечен аномальный эффект в активности интернет-социума перед извержением вулкана Сакурадзима на южном японском острове Кюсю 14.11.2018 г. В качестве критерия активность поведения использован набор семантических характеристик сейсмической опасности. Выявленный эффект проявляется в морфологии рассчитанных амплитудограмм, хотя и "зашумлен" предшествующим сильным землетрясением региона вблизи Хоккайдо 4.11.2018 г. Обсуждаются перспективы использования ресурсов Интернета для мониторинга сейсмической и вулканической опасности.

24.01-01.380 О возможности наземных адаптивных измерений малых газов атмосферы с помощью гиперспектральных солнечных фотометров. *Джавадов Н.Г., Асадов Х.Г., Алиева А.Дж. Гелиогеофизические исследования.* 2022, № 35, с. 21-27. Рус.

Изложен предлагаемый метод наземных адаптивных измерений малых газов атмосферы с помощью гиперспектральных солнечных фотометров. Метод базируется на аддитивной модели атмосферного аэрозоля. Введена функция адаптивного управления коэффициентом масштабирования сигнала на длине волны поглощения измеряемого газа. В предложенном методе также используется трехволновый механизм нейтрализации влияния аэрозольного континуума. При этом, предлагаемый метод обеспечивает автономность операций устранения влияния аэрозоля и проведение адаптивного управления коэффициентом усиления основного измерительного канала фотометра.

24.01-01.381 Границы трубки нагрева ионосферы над стандами EISCAT и Сура по результатам радиопросвечивания сигналами ГНСС. *Тертышников А.В., Юрик Р.Ю. Гелиогеофизические исследования.* 2022, № 35, с. 28-33. Рус.

Представлены результаты эксперимента 2018 г. по радиопросвечиванию сигналами КА ГНСС границ трубки нагрева ионосферы над нагревным комплексом EISCAT/Heating (Тромсё, Норвегия). По результатам эксперимента подтвердились достаточно резкие градиенты ионосферной задержки сигналов КА ГНСС в высокоширотной ионосфере на границах трубки нагрева ионосферы над стандом, как и в 2009 г. в среднеширотной ионосфере над нагревным стандом Сура (Васильсурск, Россия).

24.01-01.382 Прогнозирование функции числа солнечных пятен в цикле солнечной активности на основе метода искусственной нейронной сети. *Крашенинников И.В., Чумаков С.О. Гелиогеофизические исследования.* 2022, № 35, с. 34-44. Рус.

Анализируется возможность прогнозирования функции числа солнечных пятен (SSN) в цикле солнечной активности на основе применения платформы искусственной нейронной сети Элмана к историческому ряду данных обсерваторских наблюдений. Предложен метод нормализации исходных данных – построения виртуальных идеализированных циклов, используя масштабируемые коэффициенты по времени и значениям максимумов в циклах солнечной активности. Корректность метода рассмотрена в численном моделировании временного ряда SSN. Оценены интервалы изменения адаптируемых параметров нейронной сети и предложен математический критерий для выбора решения. Характерным свойством построенной функции числа солнечных пятен является значительная асимметрия восходящей и спадающей ветвей внутри цикла. Представлен прогноз временного хода на текущий 25-й цикл солнечной активности и обсуждается его общая корректность в сравнении с существующими результатами прогнозирования солнечной активности.

24.01-01.383 Концентрации ионов O^+ в области экзосферы Земли, измеренных радиочастотным масс-спектрометром РИМС-2 за период с 2015 по 2022 год. *Иванов М.С., Кирюшов Б.М., Казеко А.С., Лапшин Б.М., Николаев А.В., Репин А.Ю., Богодяж С.Д. Гелиогеофизические исследования.* 2022, № 35, с. 45-48. Рус.

Представлен анализ данных масс-спектрометрических измерений ионного состава в области экзосферы на высотах 810–830 км. Измерительный прибор РИМС-2 установлен на КА "Метеор-М@ № 2. Прибор РИМС предназначен для измере-

ния концентрации тепловых ионов. Начиная с 2009 года и по настоящее время проводятся непрерывные измерения ионного состава на этих высотах. В статье представлены результаты наблюдений за 2015—2022 годы.

24.01-01.384 Примеры проявления аврорального овала при радиопросвечивании ионосферы сигналами КА ГНСС в экспериментах на НИС «Профессор Молчанов» и «Академик Федоров». *Тертышников А.В., Глухов Я.В. Гелиогеофизические исследования. 2022, № 35, с. 49-54. Рус.*

Представлены результаты зондирования следов аврорального овала по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS в ходе экспериментов по зондированию высокоширотной ионосферы с научно-исследовательских судов «Профессор Молчанов» и «Академик Федоров». Материал был подготовлен в 2016 г. для специального выпуска журнала по исследованиям полярной ионосферы, но по административным обстоятельствам остался в портфеле редакции.

24.01-01.385 Аннотированный атлас примеров изображений эмиссий в авроральных структурах, зарегистрированных имаджерами и изображающими спектрографами с разных орбит и поверхности Земли. Часть 1. Авроральные структуры, возбужденные природными источниками, включая альфвеновские волны. *Кузьмин А.К., Мерзлый А.М., Никифоров О.В., Петрукович А.А., Потанин Ю.Н., Садовский А.М., Соколов А.Д., Янаков А.Т. Гелиогеофизические исследования. 2022, № 36, с. 3-34. Рус.*

Составлен аннотированный атлас из конкретных примеров авроральных изображений и измерений потоков заряженных частиц в полярной ионосфере, полученных разными приборами с орбит КА и поверхности Земли, в событиях, происходивших в основном в геомагнитно-возмущенных условиях суббурь в разных секторах MLT. Каждый пример, а также характеристики приборов описаны в тексте и иллюстрированы комбинированными рисунками на основе, адаптированных из ряда работ (ссылки в тексте). Мотивацией данной работы стал анализ опыта развития технологии подготовки и проведения комплексных экспериментов на орбитах КА (включая малые КА, зондирующие ракеты и поверхности Земли), нацеленных на исследования многообразных авроральных явлений в полярной ионосфере, отражающихся в градиентах Ne в различных слоях ионосферы, являющихся основными «виновниками» проблем при распространении трансполярных сигналов. Атлас в основном акцентирован на результаты наблюдений авроральных эмиссий, как в видимой области спектра, так и области вакуумного ультрафиолета, полученных с помощью орбитальных и наземных изображающих камер, и изображающих спектрографов, а также спектрометров потоков выпадающих частиц, работавших на относительно низких полярных орбитах. Все представленные примеры мелкомасштабных авроральных структур были выбраны исходя из условия, что они были возбуждены выпадающими электронами плазменного слоя на ночной стороне овала или в дневном каспе, ускоренными процессами в ближней магнитосфере, включая Альфвеновские волны и их флуктуации и резонансы, и/или продольными электрическими полями и квазистатическими продольными токами, распространяющимися вниз по силовым линиям к авроральной ионосфере.

24.01-01.386 Исследование экстремальных свойств интегральной видимости при увеличении относительной влажности. *Халилова Х.С. Гелиогеофизические исследования. 2022, № 36, с. 35-39. Рус.*

Исследованы возможности появления экстремума в интегрированном значении известного модельного выражения зависимости видимости от концентрации аэрозоля, мультипликативного и показательного регрессионных коэффициентов, зависящих от относительной влажности. Показано, что искомый экстремум интегральной видимости возможно только при наличии противофазной зависимости между указанными регрессионными коэффициентами во всем диапазоне изменения относительной влажности. Однако, известные экспериментальные исследования показывают наличие синфазного роста этих регрессионных коэффициентов в диапазоне RH от 40 до 80%. На

основании вышеизложенного сделано заключение о невозможности появления экстремума в виде минимума в значении интегральной видимости.

24.01-01.387 Эффекты нагрева нижней ионосферы мощным КВ радиоизлучением. 2. Проводимости ионосферы. *Алматов В.В., Высоцкий А.Г., Гребнев И.А., Деминов М.Г., Репин А.Ю. Гелиогеофизические исследования. 2022, № 36, с. 57-63. Рус.*

Выполнен анализ свойств ионосферных проводимостей (Холла и Педерсена) при омическом нагреве ионосферы средних и высоких широт мощным КВ радиоизлучением с низкочастотной амплитудной модуляцией. Для этого использована упрощенная модель изменений температуры электронов T_e в ионосфере при таком нагреве, разработанная на предыдущем этапе данных исследований. Получено, что омический нагрев ионосферы мощным КВ излучением с амплитудной модуляцией на частоте Ω приводит к модуляции проводимостей ионосферы и горизонтальных токов на этой частоте из-за модуляции температуры электронов. Эти модуляции существенны в нижней ионосфере на высотах 60—90 км, где их амплитуда: а) для прямоугольной модуляции больше, чем для синусоидальной, б) увеличивается с уменьшением частоты модуляции Ω . Для интегральных по высоте проводимостей ионосферы вклад нижней ионосферы незначителен. Поэтому фоновые электрические поля и горизонтальные токи в динамо-области ионосферы (на высотах 90—150 км) остаются неизменными вне и внутри области нагрева ионосферы. В результате, модуляция горизонтальных ионосферных токов в области нагрева нижней ионосферы происходит параллельно фоновому току динамо-области ионосферы, что не противоречит экспериментальным данным.

24.01-01.388 Эффекты нагрева нижней ионосферы мощным КВ радиоизлучением. 3. Амплитудная модуляция. *Алматов В.В., Высоцкий А.Г., Гребнев И.А., Деминов М.Г., Репин А.Ю. Гелиогеофизические исследования. 2022, № 36, с. 64-73. Рус.*

Разработана упрощенная модель генерации низкочастотных радиоволн в нижней ионосфере при нагреве ионосферы мощным КВ излучением стэнда с амплитудной модуляцией. Она дает свойства источника генерации этих волн — ионосферного диполя (аналога диполя Герца) на высоте 75—80 км, включая момент этого диполя, и амплитуду низкочастотных волн, распространяющихся от этого источника, в том числе до поверхности Земли. На основе сопоставления с данными экспериментов получено, что модель правильно отражает экспериментально наблюдаемые зависимости амплитуд генерируемых волн от несущей частоты и частоты модуляции стэнда, за исключением резонансной частоты волновода Земля-ионосфера и его гармоник. Для конкретного случая представлена поправка, которая позволяет учесть вклад этого резонанса в амплитуду низкочастотных волн, генерируемых стэндом в нижней ионосфере. Расчеты по разработанной модели позволили подтвердить, что уменьшение коэффициента диаграммы направленности D_0 антенно-фидерной системы стэнда при прочих равных условиях приводит к увеличению амплитуды радиоволн, генерируемых ионосферным диполем. Это происходит потому, что уменьшение D_0 сопровождается уменьшением эффективной мощности излучения W_0 ($W_0 \sim D_0$) и увеличением горизонтальной площади πa^2 , занятой ионосферным диполем $a^2 \sim 1/D_0$, и последний фактор становится преобладающим для амплитуды генерируемых волн, если другие параметры радиоизлучения стэнда остаются неизменными.

24.01-01.389 Эффекты нагрева нижней ионосферы мощным КВ радиоизлучением. 4. Геометрическая модуляция. *Алматов В.В., Высоцкий А.Г., Гребнев И.А., Деминов М.Г., Репин А.Ю. Гелиогеофизические исследования. 2022, № 36, с. 74-82. Рус.*

Представлена упрощенная модель для амплитуды магнитного поля низкочастотных радиоволн на поверхности Земли (ΔB_{geom}), генерируемых в нижней ионосфере при нагреве ионосферы мощным КВ излучением стэнда с геометрической модуляцией. Амплитуда КВ излучения стэнда не меняется со временем при такой модуляции и пятно излучения стэнда (главный лепесток диаграммы направленности антенно-фидерной

системы стенда) в нижней ионосфере описывает замкнутую траекторию с низкой частотой, что и является источником генерации радиоизлучения на этой низкой частоте. Элементом модели является отношение амплитуд магнитного поля низкочастотных радиоволн для геометрической и амплитудной модуляции ($\Delta V_{geom}/\Delta V_{amp}$) на поверхности Земли при прочих равных условиях. Это отношение, по-видимому, получено впервые, содержит только частоту модуляции стенда и геометрические факторы, т.е. зависит от гораздо меньшего числа параметров, чем ΔV_{geom} или ΔV_{amp} . В разработанной модели учтено, что на расстояниях 70–80 км от стенда происходит захват низкочастотных радиоволн в волновод Земля-ионосфера и отношение $\Delta V_{geom}/\Delta V_{amp}$ с данными экспериментов получено, что модель правильно отражает экспериментально наблюдаемые зависимости $\Delta V_{geom}/\Delta V_{amp}$ от частоты модуляции стенда WF , включая большие расстояния от стенда, где $\Delta V_{geom}/\Delta V_{amp} > 1$ на частотах $F > 3$ кГц с максимумом этого отношения на частоте $F \approx 6$ кГц для круговой геометрической модуляции.

24.01-01.390 Описание глобальной численной модели CHARM-DE при расчете профилей электронной концентрации в околоземном космическом пространстве. *Криволицкий А.А., Банин М.В., Черепанова Л.А., Николаев А.В., Куколева А.А., Вьюшкова Т.Ю.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 37, с. 1-5. Рус.

Представлено краткое описание и результаты расчетов, полученные с помощью глобальной численной фотохимической модели атмосферы CHARM-DE (Chemical Atmospheric Research Model with D and E regions, далее — численная модель CHARM-DE), до высоты 130 км для разных географических долгот и невозмущенной ионосферы.

24.01-01.391 Дальнейший анализ трендов $foF2$ до 2022 г. *Данилов А.Д., Константинова А.В.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 37, с. 6-15. Рус.

Продолжен анализ поведения критической частоты слоя $F2$, $foF2$ в текущем столетии по данным ст. Juliusruh и Boulder, начатый в предыдущих работах авторов. К данным до 2018 г., рассмотренным в прошлых публикациях, добавлены данные за 2019–2022 гг. Для исключения эффекта солнечной активности используется несколько индексов SA. Получено, что новые точки очень хорошо ложатся на графики предыдущих публикаций и подтверждают приведенные там основные выводы. Прежде всего, подтверждается вывод о наличии сезонных и суточных вариаций анализируемых трендов. Получено также указание на то, что в течение последнего десятилетия амплитуда отрицательных трендов возросла.

24.01-01.392 Масштабное подобие временного развития солнечных протонных событий в 23 цикле солнечной активности. *Очелков Ю.П.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 37, с. 16-41. Рус.

Рассматривается масштабное подобие (скейлинг) временного развития солнечных протонных событий (СПС) в 23 цикле SA. С целью определения наличия скейлинга временного развития СПС в 23 цикле проведена аппроксимация временного хода практически всех значительных событий 23 цикла функцией скейлинга для энергий протонов 10–30 МэВ, 30–50 МэВ, 50–60 МэВ, 60–100 МэВ, >100 МэВ по данным КА GOES. Показывается, что такая аппроксимация временного хода справедлива для подавляющего большинства событий 23 цикла (по крайней мере на фазе роста потоков протонов), что позволяет с высокой точностью определить время инжекции протонов в СПС. Показано, что все события со скейлингом можно разделить на 3 группы: в первой группе событий время начала инжекции почти совпадает с временем максимума рентгеновской вспышки TSX_{max} , во второй — значительно раньше, чем TSX_{max} (на 18 минут), в третьей — значительно позже, чем TSX_{max} (на 22 минуты).

24.01-01.393 Анализ трендов $foF2$ до 2022 г. с использованием разных индексов солнечной активности. *Данилов А.Д., Константинова А.В., Бербенева Н.А.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 37, с. 42-54. Рус.

Тренды критической частоты слоя $F2$ $foF2$ анализируются на

основании наблюдений на ст. Juliusruh до 2022 г. Для удаления эффектов солнечной активности используются пять индексов SA: $L\gamma-\alpha$, MgII, Rz, $F10.7_{mon}$ и $F30$. Найдено, что с использованием всех пяти индексов подтверждаются полученные ранее выводы о суточных (днем сильнее, чем ночью) и сезонных (зимой сильнее, чем летом) вариаций амплитуды отрицательных трендов $foF2$, $\kappa(foF2)$. Максимальные отрицательные величины $\kappa(foF2)$ составляют 0.03–0.04 МГц/год в околополуденные часы в зимние месяцы. Использование метода «Дельта» подтверждает эти выводы. Обнаружено, что отрицательные тренды $foF2$ в последнее десятилетие сильнее, чем для всего рассмотренного периода 1996–2022 гг.

24.01-01.394 Методика построения структурных поверхностей по геолого-геофизическим данным на основе машинного обучения на примере реконструкции границы Мохо в Баренцевоморском регион. *Лыгин И.В., Арутюнян Д.А., Чепиго Л.С., Кузнецов К.М., Шклярчук А.Д.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 38, с. 3-17. Рус.

Рассматривается методика реконструкции глубинных границ по аномалиям потенциальных полей с опорой на сейсморазведочные данные на основе машинного обучения. Отличительной особенностью методики является верификация полученных прогнозных границ по гравитационному полю. Методика апробирована на примере построения глубинной структурной модели Баренцева моря. Приводится пример реконструкции границы Мохоровичича (Мохо).

24.01-01.395 Применение машинного обучения для построения структурных границ разреза по потенциальным полям. *Шклярчук А.Д., Кузнецов К.М.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 38, с. 18-29. Рус.

Рассмотрены подходы по восстановлению границ слоев контрастных по плотностным и магнитным свойствам на основе машинного обучения. В работе продемонстрированы алгоритмы на основе многослойных нейронных сетей прямого распространения для решения задачи восстановления структурных границ по потенциальным полям. Для их обучения предлагается использовать либо профили, либо области с уже известным положением искомой границы. Подход основан на построении регрессионных зависимостей между гравитационными и магнитными полями, а также их трансформантами и отражающими горизонтами, определенными, например, по результатам интерпретации данных сейсморазведки.

24.01-01.396 Оценка изученности аномального магнитного поля Крымского региона и прилегающих акваторий. *Хотенко Е.Н., Арутюнян Д.А., Вишняков Д.Д., Шклярчук А.Д.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 38, с. 30-39. Рус.

Приведена современная изученность аномального магнитного поля (АМП) Крымского региона. Представлены региональные карты (моделей EMAG2v3 и WDMAMv2) и изученность аномального магнитного поля Земли (АМПЗ) из отчетов Росгеофонда.

24.01-01.397 Оценка планетарного индекса геомагнитной активности по данным стационарных магнитовариационных обсерваторий сети INTERMAGNET с применением собственного программного обеспечения. *Вишняков Д.Д., Арутюнян Д.А., Шклярчук А.Д.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 38, с. 40-45. Рус.

Приведено сравнение оценок, полученных при использовании программного обеспечения (ПО) собственной разработки, и значений Кр-индекса, официально публикуемого центром Гельмгольца в Потсдаме.

24.01-01.398 Анализ возможностей применения спектрального способа обработки данных дифференциальной гидромагнитной съемки. *Кузнецов К.М., Булычев А.А., Лыгин И.В.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 38, с. 46-53. Рус.

Рассмотрен подход к восстановлению магнитного поля по результатам обработки дифференциальных гидромагнитных съемок на основе спектрального разделения стационарной компоненты поля и временных вариаций. Выполнены оценки точно-

сти такого алгоритма на модельном примере при различных базах градиентометра, а также оценено влияние на результаты изменения взаимного положения датчиков продольного градиентометра.

24.01-01.399 Измерения вариаций магнитного поля Земли в акватории Карского моря с помощью мобильной магнитовариационной станции. *Шепелев А.А., Коснырева М.В. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 38, с. 54-60. Рус.

Рассмотрены результаты измерений вариаций магнитного поля, полученные мобильной магнитовариационной станцией (МВС), установленной в акватории Карского моря. Приведены результаты площадных гидромагнитных исследований, выполненных с целью изучения неоднородностей в верхней части осадочного чехла. Показаны преимущества методики выполнения гидромагнитной съемки с применением донной магнитовариационной станции.

24.01-01.400 Палеоинформативность термоостаточной намагниченности, сформированной в условиях сжатия. *Максимочкин В.И., Павлов А.С. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 38, с. 61-65. Рус.

На океаническом базальте со дна Красного моря исследовано образование термоостаточной намагниченности (TRMr) в условиях квазиодноосного сжатия. Показано, что величина TRMr зависит от направления магнитного поля относительно оси преимущественного сжатия: влияние давления максимально при параллельной ориентации и минимально при перпендикулярной ориентации поля относительно оси сжатия. Проведено определение величины магнитного поля по TRMr, сформированной в стрессовых условиях, методом Телье—Коэ. Показано, что поле, рассчитанное по TRMr, созданной при $P \parallel H$ ($P=100$ МПа) занижено на 41.6%, при перпендикулярной ориентации — на 10%.

24.01-01.401 Метод ускоренной калибровки солнечных фотометров с использованием диаграмм Ленгли. *Асадов Х.Г., Бекирова Л.Р., Алиева А.Дж. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 39, с. 3-7. Рус.

Предложен вариант ускоренной калибровки солнечных фотометров с применением элементов классического метода диаграмм Ленгли. Разработанный метод позволяет осуществить ускоренную калибровку на некоторой паре длин волн, в которых диаграммы Ленгли пересекаются в текущем интервале изменения оптической воздушной массы. Показано, что применительно к таким длинам волн суммарное время калибровки может быть существенно сокращено (до пяти раз), что значительно уменьшает вероятность влияния вариаций метеоситуации (в частности аэрозоля атмосферы) на результат проводимой калибровки и появления соответствующей методической погрешности калибровки.

24.01-01.402 Детальный анализ суточных вариаций трендов f_0F_2 . *Данилов А.Д., Константинова А.В., Бербењева Н.А. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 39, с. 8-16. Рус.

Детально исследуются суточные вариации долговременных трендов критической частоты слоя F_2 , f_0F_2 , на основании наблюдений до 2022 г. с использованием пяти индексов солнечной активности (СА) для устранения эффектов СА в вариациях f_0F_2 . Новые результаты, подтверждают выводы, полученные ранее на основании анализа данных только до 2014 г. В зимние месяцы в течение суток наблюдаются два хорошо выраженных периода — ночной, когда тренды малы по амплитуде и дневной, когда отрицательные тренды максимальны. В марте картина близка к таковой в зимние месяцы, но дневные отрицательные тренды слабее, чем зимой. Нет выраженной суточной вариации трендов f_0F_2 в летнем месяце июне. Во все месяцы видна тенденция усиления отрицательных трендов в недавние годы.

24.01-01.403 Эффекты нагрева нижней ионосферы мощным КВ радиоизлучением. 5. Модуляция на разности частот. *Алматов В.В., Высоцкий А.Г., Гребнев И.А., Демин М.Г., Репин А.Ю. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 39, с. 17-24. Рус.

Представлена упрощенная модель для амплитуды магнит-

ного поля низкочастотных радиоволн на поверхности Земли (ΔB_{BW}), генерируемых в нижней ионосфере при нагреве ионосферы мощным КВ излучением стелда с модуляцией на разности частот, т.е. волн биений. Этот способ генерации низкочастотных волн основан на использовании двух разнесенных источников КВ излучения с разными частотами, которые облучают одну и ту же область ионосферы. В результате в этой области возникает низкочастотное излучение на частоте, которая равна разности частот КВ излучения. Элементом модели является отношение амплитуд магнитного поля низкочастотных радиоволн для волн биений и амплитудной модуляции ($\Delta B_{BW}/\Delta B_{amp}$) на поверхности Земли при прочих равных условиях. Это отношение, по-видимому, получено впервые, содержит только частоту модуляции стелда и геометрические факторы, т.е. зависит от гораздо меньшего числа параметров, чем (ΔB_{BW} или ΔB_{amp}). На основе сопоставления с данными экспериментов получено, что модель правильно отражает экспериментально наблюдаемые зависимости $\Delta B_{BW}/\Delta B_{amp}$ от частоты модуляции стелда F . Амплитудная модуляция эффективнее волн биений на частотах $F < 3$ кГц. Этот вывод справедлив и для других видов амплитудно-фазовой модуляции, включая геометрическую и точечную модуляцию.

24.01-01.404 Оптимизация гиперспектрального дистанционного зондирования на базе беспилотного летательного аппарата. *Агаев Ф.Г., Асадов Х.Г., Гумбатов Д.А. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 39, с. 25-31. Рус.

Статья посвящена вопросам оптимизации гиперспектрального дистанционного зондирования с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в качестве носителя измерительной аппаратуры. Известно, что гиперспектральные изображения, получаемые с помощью гиперспектрометров, установленных на БПЛА оказывались слишком зашумленными, из-за влияния атмосферных условий, вибрации платформы БПЛА, оптических приборов. Отношение сигнал/шум является важнейшим параметром, зависящим от длины волны проводимых измерений и определяющим качество устройств дистанционного зондирования, а также самих изображений, получаемых методами дистанционного зондирования. При этом качество таких изображений в основном определяется отношением сигнал/шум. Целью исследования является создание математической информационной модели гиперспектрометров и, на этой основе, оптимизация всего процесса дистанционного зондирования земной поверхности с применением БПЛА, являющегося носителем гиперспектрометра. Исследована информативность гиперспектральных изображений, получаемых с помощью БПЛА, оснащенных гиперспектрометрами. Составлена оптимизационная вариационная задача нахождения оптимального вида зависимости отношения сигнал/шум от длины волны, при которой может быть достигнута максимальная информативность получаемых гиперспектральных изображений. Решение вариационной задачи с учетом ограничительного условия позволило определить оптимальный вид искомой функции, при которой информативность гиперспектрального изображения может достичь максимума. Для верификации полученного оптимального результата проведено модельное исследование. Результаты модельного исследования показали, что информативность гиперспектрального дистанционного зондирования в рассматриваемом режиме проведения измерений может быть увеличена до 11%. Таким образом, показана возможность синтеза оптимального режима гиперспектрального дистанционного зондирования с применением беспилотных летательных средств, снабженных гиперспектральной аппаратурой.

24.01-01.405 Вопросы радиометрической викариозной калибровки ортомозаичных снимков цифровых камер, установленных на борту БПЛА. *Гумбатов А.Д. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 39, с. 32-37. Рус.

Статья посвящена вопросам радиометрической викариозной калибровки ортомозаичных снимков цифровых камер установленных на борту БПЛА. Сформулирована и решена задача оптимальной викариозной калибровки цифровых камер, устанавливаемых на борту БПЛА. Введена на рассмотрение искомая функциональная зависимость количества DN от длины волны, при которой, при соблюдении некоторого ограничительного

условия для выбора этой функции из пространства непрерывных и дважды дифференцируемых функций, сформированный целевой функционал соответствующей задаче безусловной вариационной оптимизации достигает минимума на некотором диапазоне длин волн ($\lambda_2 - \lambda_1$). Показаны практические области полезности применения полученного результата.

24.01-01.406 Прогноз опасных для авионавигации солнечных протонных событий по данным наблюдения рентгеновских вспышек Солнца и корональных выбросов масс. *Буров В.А., Очелков Ю.П. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 39, с. 38-57. Рус.

Рассматриваются возможности прогнозирования солнечных протонных событий опасных для авионавигации по параметрам солнечных событий: корональных выбросов масс и рентгеновских вспышек Солнца. Показывается, что наиболее эффективным является прогноз по КВМ типа Halo и Partial Halo со скоростью большей или равной 900 км/с, которым соответствуют вспышки рентгеновского излучения классов больше или равных M5.

24.01-01.407 Метод повышения информативности калибровки широкополосных спутников дистанционно зондирования в тепловом диапазоне с оптимальным выбором конфигурации треугольных тестовых участков. *Алиева А.Д. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 40, с. 3-9. Рус.

Статья посвящена оптимизации калибровки широкополосных ИК спектрорадиометров, предназначенных для измерения температуры наземных объектов. Предлагается осуществить калибровку на базе данных, получаемых к одного из геометрически идентичных тестовых участков треугольного типа, формируемых по траектории прохождения спутника. С учетом известных данных о возникновении азимутальных погрешностей по мере увеличения длины строк развертки, расположенных перпендикулярно направлению движения, показано оптимальность выбора такого треугольного тестового участка, в котором с увеличением азимутальной погрешности при движении спутника растет и длина строки развертки.

24.01-01.408 Вопросы проведения оптимальных трассовых измерений малых газов с использованием солнечного фотометра в береговых зонах. *Халилова Х.С. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 40, с. 10-14. Рус.

Предложен метод оптимизации береговых солнечно-фотометрических трассовых атмосферных измерений малых газов. Для оптимизации всей процедуры измерений применен вариационный метод. Исходном положением проводимой оптимизации является вводимое ограничительное условие, налагаемое на интеграл функции зависимости коэффициента мутности от длины проходимой трассы. Решена задача оптимального выбора длины волны проводимых измерений в зависимости от изменяющейся на трассе аэрозольной мутности атмосферы по критерию минимизации влияния аэрозоля на точность измерения малых газов по трассе. Проведенный анализ позволил графически определить зависимость используемой длины волны от длины пройденной дистанции по трассе.

24.01-01.409 Аннотированный атлас примеров изображений эмиссий в авроральных структурах, зарегистрированных имаджерами и изображающими спектрографами с разных орбит и поверхности Земли. Часть 2. Авроральные и аврора-подобные структуры, возбужденные природными источниками, включая волны нескольких типов. *Кузьмин А.К., Мерзлый А.М., Нижищев О.В., Петрукович А.А., Потанин Ю.Н., Садовский А.М., Соколов А.Д., Янаков А.Т. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 40, с. 15-67. Рус.

В продолжение работы, начатой в 2022 г, составлена часть 2 аннотированного атласа примеров изображений структур эмиссий и характеристик плазмы в авроральном овале и субавроральной области во время событий, происходивших в разных секторах MLT в основном в геомагнитно-возмущенных условиях суббури. Мотивацией создания атласа стал дальнейший анализ опыта развития технологии подготовки и проведения комплексных экспериментов, нацеленных на создание систе-

мы картографирования и диагностики многообразных динамичных авроральных явлений в полярной ионосфере, отражающихся в мгновенном поле градиентов Ne в различных высотных слоях, являющихся основными «виновниками» проблем при распространении трансполярных сигналов. Как и часть 1, эта работа в основном акцентирована на результатах наблюдений авроральных эмиссий, полученных с помощью изображающих камер с поверхности Земли и с орбит КА с полярным углом наклона плоскости. Большинство представленных примеров конкретных авроральных и аврора-подобных структур, сопровождаются среднemasштабными изображениями частей аврорального овала и полярной шапки в разных секторах MLT, полученными в относительно близкое к рассматриваемому событию время с орбит конкретных КА DMSP в авроральных эмиссиях в диапазоне вакуумного ультрафиолета (ВУФ) с помощью сканирующих по пространству изображающих спектрографов SSUSI, а также его «предшественника» GUVI на орбите КА TIMED. Некоторые примеры также сопровождаются результатами сопутствующих измерений распределений характеристик потоков высыпавшихся частиц (анализатор SSJ), градиентов магнитного поля и результатах локальных наблюдений градиентов Ne радарными некогерентного обратного рассеяния в соответствующих секторах полярной ионосферы в близкое к событию время. В части 1 был рассмотрен ряд примеров авроральных структур, включая пульсирующие, возбуждение которых связано с процессами увеличения энергии высыпавшихся электронов Альфеновскими волнами в ближней магнитосфере, и их флуктуациями и резонансами, а также продольными электрическими полями, и продольными токами, текущими вдоль силовых линий в этих областях. В данной работе первая глава посвящена примеру локальной реакции ионосферы на интенсификацию полярных сияний на полярной границе овала, известной как PBI (poleward boundary intensification). Этот пример сопровождается данными радара некогерентного рассеяния (ISR Incoherent scatter radar) и оптических приборов в Sondrestrom, Гренландия в сочетании с орбитальными измерениями с орбит КА IMAGE и FAST. Вторая глава посвящена особенностям относительно редко встречающегося типа динамичных авроральных лучевых структур, называемых «пылающими полярными сияниями» (flaming aurora), возбуждаемых высыпаниями авроральных электронов разных энергий и характеристикам, сопутствующих им, естественно усиленных ионно-акустических линий NEIAL (naturally enhanced ion-acoustic lines), наблюдаемых в областях лучевых структур при отражениях (эхо) сигналов радаров некогерентного обратного рассеяния на разных высотах магнитных силовых линий; в третьей главе рассмотрены примеры характеристик некоторых аврора-подобных фрагментированных структур и их особенностей, названных авторами их исследователей FAEs (Fragmented Aurora-like Emissions), наблюдаемых на полярной стороне аврорального овала; в четвертой главе анализируются примеры и особенности структур STEVE (Strong Thermal Emission Velocity Enhancement), и часто сопровождающих их мелкомасштабных структур PF (Picket Fence), наблюдаемых в субавроральной области на фазе восстановления. К генерации почти всех рассмотренных структур причастны волны различных типов или их турбулентность. Анализ особенностей и характеристик FAEs таких как: “Lumikot”; “Dunes” и ряд других предполагается рассмотреть в следующей части работы. Авторы просят с пониманием отнестись, что в статье часто используются английские названия и терминология, т.к. их перевод на русский язык не всегда точен.

24.01-01.410 Дальнейший детальный анализ зависимости foF2 от солнечной активности. *Данилов А.Д., Константинова А.В., Бербенева Н.А. Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 40, с. 68-80. Рус.

Продолжен анализ зависимости критической частоты слоя F2 от различных индексов солнечной активности, начатый в ряде предыдущих статей авторов на основании данных станции Juliusruh. В этой статье анализируются данные шести станций в северном и пяти станций в южном полушариях. За меру качества описания зависимости foF2 от SA принимается коэффициент определенности R² для указанной зависимости в каждой конкретной ситуации (станция, месяц, местное время). Подтвержден вывод о том, что для четырёх индексов SA в зимние

месяцы наблюдается хорошо выпаженный суточный ход величины R^2 : в дневные часы эта величина максимальна и меняется слабо, существенно уменьшаясь к ночным часам. Получено, что наилучшим индексом SA для описания поведения f_oF2 в солнечном цикле является индекс $F30$, тогда как число солнечных пятен Rz является наилучшим. На основании сравнения изменения R^2 с LT в одни и те же месяцы на станциях северного и южного полушарий показано, что указанный хорошо выраженный суточный ход R^2 наблюдается только зимой и отсутствует летом.

24.01-01.411 Методика оценки критической частоты ионосферы на однокачковой трассе наклонного зондирования. *Ким В.Ю.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 40, с. 81-92. Рус.

Представлена новая методика определения критической частоты ионосферы f_oF2 по данным наклонного зондирования. Разработан алгоритм расчета МПЧ на основе решения многофакторной вариационной задачи, включающей расчет траекторных характеристик и параметров фокусировки радиоволн. На основе исследования зависимости величины МНЧ от основных параметров трехслойной ионосферы разработана методика решения модельной обратной задачи определения величины f_oF2 для середины трассы НЗ. Путем сопоставления расчетов с экспериментальными данными показано, что критическая частота ионосферы в области над серединой трассы может оцениваться с погрешностью менее 3%.

24.01-01.412 Об учете земной атмосферы при проектировании космических радиолиний с помощью модели CHARM-IONS. *Николаев А.В., Старовойтов Е.И., Кривоуцкий А.А., Банин М.В., Куколева А.А., Бодунов Д.М., Логунов А.А.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 40, с. 93-102. Рус.

Рассмотрен вариант описания профиля электронной концентрации атмосферы, вплоть до её физической границы, с помощью функций приближения разного вида. Показано, что для инженерных расчетов при проектировании космических радиолиний могут быть использованы некоторые параметры атмосферы, полученные с помощью гибридной модели CHARM-IONS. Данная модель, созданная авторами путем объединения двух известных моделей CHARM-DE и IRI, позволяет для произвольной радиотрассы в пределах физической границы атмосферы с помощью известных формул оценить интегральное ослабление электромагнитной волны в широком диапазоне радиочастот. Приведены примеры использования стандартных методов аппроксимации экспериментальных данных для получения полиномиальных характеристик и описания профилей электронной концентрации атмосферы на высотах до 1000 км.

24.01-01.413 Геофизический мониторинг подводного трубопровода в акватории Баренцева моря с помощью данных высокоразрешающего сейсмопрофилирования и гидролокационного обследования дна. *Аксёнов П.Ю., Степин Д.В.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 41, с. 3-10. Рус.

Рассмотрены результаты применения комплекса инженерно-геофизических исследований в акватории Баренцева моря. Целью исследования является проведение геофизического мониторинга состояния подводного трубопровода и определения участков деградации покрывающей толщ. В работе представлены результаты данных непрерывного сейсмоакустического профилирования и гидролокационного обследования дна. Приведены преимущества и недостатки данной методики.

24.01-01.414 Сравнение измерительной информации магнитометрической аппаратуры на полевой экспериментальной базе «Электроугли». *Вишняков Д.Д., Арутюнян Д.А., Шкляржук А.Д., Брагина А.А., Паньшин Е.А.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 41, с. 11-15. Рус.

Приведены графики измерительной информации, полученные при проведении синхронных измерений на территории полевой экспериментальной базы (ПЭБ) ФГБУ «ИПГ» с использованием опытного образца магнитометра собственной разработки. Представлены сравнение измерительной информации с данными магнитовариационной станции (МВС) Кварц-4 и ана-

лиз особенностей полученных результатов.

24.01-01.415 Возможности космической электроразведки. *Шустов Н.Л., Пушкарев П.Ю., Гудкова Т.В., Панферов С.В.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 41, с. 16-26. Рус.

Горные породы на Марсе и Луне обладают более высокими удельными электрическими сопротивлениями, чем на Земле, где низкие сопротивления обусловлены водонасыщением. В этих условиях наиболее эффективны, в том числе для поиска подповерхностных вод на космических телах, геофизические методы, использующие переменные электромагнитные поля. Это методы глубинного магнитовариационного зондирования (ГМВЗ), магнитотеллурического зондирования (МТЗ), зондирования становлением поля (ЗС), частотного зондирования (ЧЗ), радиоволнового просвечивания (РВП) и георадиолокации. В статье рассмотрены их основы, особенности и возможности применения на Марсе и Луне.

24.01-01.416 Высокоточные гидромагнитные и на бортовые гравиметрические исследования при инженерных изысканиях на шельфе. *Вазилевич С.О., Казанина М.А., Кочетов М.В., Жилин Ф.Е., Шепелев А.А.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 41, с. 27-33. Рус.

Рассмотрены возможности применения гидромагнитной съёмки в комплексе с на бортовой гравиметрией при инженерно-геологических изысканиях на арктическом шельфе с целью выявления потенциально опасных зон для строительства сооружений морской нефтегазовой промышленности. В результате комплексной интерпретации гидромагнитных и гравиметрических данных выполнено изучение неоднородностей в верхней части осадочного чехла, а также выявлены площади распространения палеоврезов.

24.01-01.417 Оценка качества магнитометрической информации крымского региона и прилегающих акваторий по материалам ФГБУ «Росгеолфонд». *Хотенко Е.Н., Арутюнян Д.А., Шкляржук А.Д., Вишняков Д.Д.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 41, с. 34-41. Рус.

Приведен каталог имеющихся данных по ретроспективным данным аномального магнитного поля Крымского региона. Разработаны критерии оценки качества выполненных в разное время магнитных съёмок. Проведено категорирование качества картографической продукции Крымского региона и прилегающих акваторий.

24.01-01.418 Подходы прогноза геомагнитных вариаций. *Лыгин И.В., Брагина А.А., Вишняков Д.Д.* *Гелиогеофизические исследования.* 2023, № 41, с. 42-53. Рус.

Предложена классификация подходов пространственного и временного прогноза геомагнитных вариаций. Часть подходов основана на использовании алгоритмов машинного обучения. В зависимости от типа прогнозной задачи (временная, пространственная или пространственно-временная) рассматриваются наборы геолого-геофизической и иной информации, которые, по мнению авторов, обеспечивают повышение качества прогноза. Описаны все этапы реализации прогноза, включая сбор и обработку базы данных геомагнитных вариаций. Результаты прогноза продемонстрированы на нескольких примерах. В заключении сделан анализ результатов и отмечены перспективы продолжения исследований по данной тематике.

24.01-01.419 Энергетические спектры надтепловых ионов ^3He , ^4He , C, O и Fe на 1 а.е. в потоках частиц из корональных дыр в 23 и 24 циклах солнечной активности. *Зельдович М.А., Логачев Ю.И.* *Космические исследования.* 2023, 61, № 1, с. 3-9. Рус.

Изучались энергетические спектры ионов ^3He , ^4He , C, O и Fe с энергиями 0.04—2 МэВ/нуклон на 1 а.е. в потоках солнечного ветра из приэкваториальных корональных дыр на спаде солнечной активности в 23-м цикле по информации приборов ULEIS, SWICS и SWEPAM, установленных на КА ACE. Результаты данной работы показывают, что надтепловые ионы из корональных дыр являются ионами максвелловского солнечного ветра, ускоренными на Солнце и/или в межпланетном пространстве и образующими высокоэнергичный вклад в

ионы солнечного ветра (надтепловой “хвост” в энергетическом распределении ионов солнечного ветра). Энергетические спектры ускоренных ионов “хвоста” имеют разную зависимость от энергии, что говорит о различных механизмах их ускорения. Связь интенсивности надтепловых ионов со скоростью солнечного ветра свидетельствует об эффективности ускорения ионов максвелловского солнечного ветра.

24.01-01.420 Ионный состав железа в потоках солнечного ветра в короне Солнца и гелиосфере. *Горьев Ф.Ф., Слемзин В.А., Родькин Д.Г., Шугай Ю.С. Космические исследования.* 2023. 61, № 1, с. 10-20. Рус.

Анализ распределений ионов Fe по стадиям ионизации в плазме солнечного ветра (СВ) дает ценную информацию о формировании потоков СВ и процессах нагрева плазмы, а также для идентификации источников СВ на Солнце. При прохождении плазмы СВ через корону ее ионный состав эволюционирует и в конце концов “замораживается” на расстояниях порядка нескольких солнечных радиусов от поверхности Солнца, оставаясь далее практически неизменным в гелиосфере. Это дает возможность по зарядовому состоянию СВ получать информацию о физических условиях в его источнике и солнечной короне. Обычно используемый для характеристики распределений ионов Fe средний заряд Q_{Fe} не учитывает всех особенностей эволюции ионного состава, что не позволяет извлекать более детальную информацию о состоянии плазмы СВ. В настоящей работе для описания зарядового состояния ионов Fe введены три параметра q_4 , q_8 и q_{12} , характеризующие относительные фракции ионов с зарядами $Z=0-7$, $8-11$ и $12-20$, соответственно, и условно соответствующие “холодной”, “средней” и “горячей” компонентам плазмы СВ. По данным измерений ионного состава Fe в 2010 г. на КА STEREO-A приводятся характерные значения этих параметров для разных типов потоков СВ. Рассматривается задача моделирования ионных распределений в плазме СВ по данным диагностики параметров корональных источников. На примере события, связанного с корональным выбросом массы 18.VIII.2010, показано, что рассчитанные по модельным распределениям параметры зарядового состояния ионов Fe в пределах ошибок хорошо согласуются с данными измерений.

24.01-01.421 Взаимосвязь параметров магнитосферы с жесткостью обрезания космических лучей в зависимости от широты. *Данилова О.А., Птицына Н.Г., Тясто М.И., Сдобнов В.Е. Космические исследования.* 2023. 61, № 1, с. 21-30. Рус.

Мы изучили особенности широтного поведения геомагнитных порогов космических лучей R , а также их чувствительности к параметрам межпланетной среды и магнитосферы во время трех фаз магнитной бури 7–8.IX.2017 — в начальной, главной и восстановительной фазах. Для этого R были рассчитаны двумя разными способами — методом спектрографической глобальной съемки (R_{SGS}) и методом прослеживания траекторий частиц космических лучей (КЛ) в модельном магнитном поле ($R_{ЭФ}$). Максимальное понижение порогов наблюдается в максимуме бури ($Dst=-142$ нТл), достигая значений $\Delta R_{SGS}=-0.52$ ГВ и $\Delta R_{ЭФ}=-0.66$ ГВ. Кривая вариаций ΔR_{SGS} в зависимости от жесткости обрезания станции наблюдения (широты) принимает классическую форму с максимумом падения порогов на среднширотных станциях. Наиболее сильно ΔR коррелирует с Dst -индексом, что свидетельствует о том, что кольцевой ток играет главную роль в зависимости вариаций жесткостей обрезания КЛ. Также видно значительное влияние на ΔR_{SGS} и $\Delta R_{ЭФ}$ скорости солнечного ветра V и параметров межпланетного магнитного поля (ММП). На главной фазе $\Delta R_{ЭФ}$ зависит от V и V_z ММП, а ΔR_{SGS} — от V и V_y . Для ΔR_{SGS} корреляция с электромагнитными параметрами изменяется в зависимости от станции наблюдения регулярным образом. Для $\Delta R_{ЭФ}$ такой тенденции не наблюдается.

24.01-01.422 Спектрорадиометрия солнечной короны на РАТАН-600. *Богод В.М., Лебедев М.К., Овчинникова Н.Е., Рипак А.М., Стороженко А.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 1, с. 31-38. Рус.

Современные исследования радиоизлучения Солнца осложняются непрерывным усилением мощности и многочастотной

стью внешних помех, которые часто полностью перекрывают важные диапазоны частот. Многие актуальные задачи в солнечной радиоастрономии нуждаются в больших эффективных площадях радиотелескопов, высоких разрешениях по частоте и во времени, точных пространственных измерениях и большом динамическом диапазоне. Становится актуальной смена концепции приемной регистрирующей аппаратуры. В работе рассматриваются актуальные задачи физики солнечной короны в сочетании с оптимальными методами наблюдений на крупных инструментах. Рассмотрены особенности и трудности сочетания высоких параметров: динамического, пространственного, временного, частотного разрешений. Предложенные решения наблюдательного комплекса нового поколения реализуют возможности интеллектуального выбора условий регистрации в многооктавном режиме с многоканальностью более 8000 каналов/ГГц с временным разрешением до 8 мс/спектр. Становится доступным мультиобъектный режим наблюдений от мощных вспыхивающих объектов до слабых структур различной природы. Высокоскоростная обработка данных позволяет реализовать on-line режим устранения помех, который основан на быстром статистическом анализе спектра с выделением негауссовых (помеховых) структур. Предложены методы скоростного анализа данных большого объема (метод главных компонент) и их представления для пользователя. Приведены примеры работы комплекса в диапазоне 1–3 ГГц. Рассматриваются перспективы нового подхода для мультиобъектных радиоастрономических наблюдений при реализации режима слежения на РАТАН-600: от рекомбинационных линий до широкодиапазонных спектров, от слабоконтрастных флуктуаций до быстрых изменений во вспышках и др.

24.01-01.423 Характеристики солнечного ветра и геомагнитных условий при экстремальных ГИТ на станции выходной (2012–2018). *Шевелева Д.А., Апатенков С.В., Сахаров Я.А., Селиванов В.Н., Гордеев Е.И. Космические исследования.* 2023. 61, № 1, с. 39-42. Рус.

Исследовались 140 событий с наибольшими амплитудами геоиндуцированных токов (ГИТ) на станции Выходной (65 M_{Lat}) зарегистрированные в 2012–2018 гг. Показаны отличия параметров солнечного ветра и геомагнитных индексов от типичных значений. Видны характерные увеличения скорости солнечного ветра и динамического давления, пониженная V_z компонента ММП. Существенно сдвинуты от обычных значений индексы K_p , A_E , A_L , Dst , а также скорость роста (падения) Dst/dt . Проанализирована связь с ударными волнами в солнечном ветре.

24.01-01.424 Об остаточной модуляции галактических космических лучей в гелиосфере. *Янке В.Г., Белов А.В., Гущина Р.Т., Кобелев П.Г., Трефилова Л.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 1, с. 43-51. Рус.

Исследована остаточная модуляция галактических космических лучей и ее энергетическая зависимость по данным трех типов наземных детекторов и по данным PAMELA, AMS-02 и Voyager 1/2. Получены количественные оценки остаточной модуляции в диапазоне жесткостей 4–41 ГВ. Показано, что остаточная модуляция примерно такая же по величине, как и модуляция, обусловленная циклом солнечной активности, что позволяет сделать некоторые выводы о модуляционных процессах в гелиосфере. Получен энергетический спектр остаточной модуляции. Проведено сравнение с результатами других авторов.

24.01-01.425 Исследования Луны автоматическими космическими аппаратами. *Маров М.Я. Космические исследования.* 2023. 61, № 1, с. 52-77. Рус.

Обсуждаются проблемы изучения и освоения Луны, представляющей первостепенный интерес для космогонии, планетологии и наук о Земле в контексте комплексного изучения Солнечной системы. Дан исторический обзор исследований Луны, основополагающий вклад в которые внесены советской лунной программой, выполненный при помощи автоматических аппаратов в первые десятилетия космической эры. Обзор приурочен к возрождению лунных исследований в рамках российской национальной космической программы. Рассматривается современное состояние знаний о Луне, в первую очередь ключевые вопросы о ее происхождении и ранней эволюции. Это имеет

важнейшее значение для реконструкции основных процессов формирования всего семейства тел Солнечной системы, включая раннюю историю Земли, а также причины различных путей эволюции Земли и планет земной группы. На современном этапе актуальной задачей является освоение Луны как стратегического плацдарма на пути освоения человечеством космического пространства, создание элементов будущей лунной инфраструктуры с использованием местных природных ресурсов в потенциально наиболее востребованных полярных областях. Южный полюс является целью российских миссий Луна-25 и Луна-27 с обширной научной программой, которая призвана открыть многоцелевую программу с эффективным использованием робототехнических средств нового поколения. Эта программа предшествует российским планам пилотируемых полетов на Луну.

24.01-01.426 Предварительные результаты обработки данных дозиметра “ТРИТЕЛЬ” в составе космического эксперимента “Матрешка-Р” на борту российского сегмента Международной космической станции. Лихневский А.Э., Шуршаков В.А., Карташов Д.А. Космические исследования. 2023. 61, № 1, с. 78-88. Рус.

Представлены предварительные результаты обработки данных дозиметрической аппаратуры “ТРИТЕЛЬ”, состоящей из одного интерфейсного блока и трех блоков взаимно ортогональных телескопов кремниевых детекторов, работающих в режиме совпадений (с возможностью получения данных также и от одиночного режима функционирования). Дозиметр “ТРИТЕЛЬ” предназначался для изучения временной динамики дозовых нагрузок и анизотропии потоков заряженных частиц в различных точках Служебного модуля (СМ) российского сегмента Международной космической станции (РС МКС) с дополнительной возможностью измерений в других модулях РС МКС. В составе космического эксперимента (КЭ) “Матрешка-Р” на РС МКС дозиметр “ТРИТЕЛЬ” эксплуатировался с середины октября 2017 г. до середины октября 2020 г. В статье представлено описание методики обработки дозиметрических данных аппаратуры “ТРИТЕЛЬ” и предварительные результаты обработки данных, полученных в период с июня по октябрь 2020 г.

24.01-01.427 Влияние малых вариаций концентрации плазмы на условия распространения электромагнитных волн свистового диапазона сквозь утреннюю ионосферу. Мизонова В.Г., Беспалов П.А. Космические исследования. 2023. 61, № 2, с. 91-102. Рус.

Рассмотрена задача о влиянии вызванных инфразвуковыми волнами возмущений плазменной концентрации на распространение и отражение электромагнитных волн свистового диапазона, падающих на утреннюю ионосферу сверху. Исследовано влияние параметров инфразвуковой волны на коэффициент отражения свистовой волны от ионосферы сверху в общем случае наклонного распространения. Наиболее сильные изменения коэффициента отражения свистовых волн связаны с возмущениями концентрации на высотах порядка 80–100 км, где декремент затухания распространяющихся мод электромагнитного излучения увеличивается более чем на порядок в пределах достаточно локальной по высоте (менее 10–15 км) области. Проанализированы особенности параметрического воздействия колебаний плазменной концентрации в инфразвуковой волне на поле свистовой волны, дошедшей до земной поверхности. При близких значениях горизонтальных волновых чисел свистовой и инфразвуковой волн поле свистовой волны вблизи земной поверхности может увеличиваться в несколько раз. Полученные результаты важны для понимания взаимосвязи магнитосферных волновых процессов различной природы. Исследование модуляции инфразвуковыми волнами коэффициента отражения свистовых волн от ионосферы сверху актуально для объяснения режимов работы плазменного магнитосферного мазера.

24.01-01.428 Оценка пространственно-временного спектра волн на основе циркулярных измерительных решеток. Белоконов И.В., Журавлев В.М., Морозов В.М. Космические исследования. 2023. 61, № 2, с. 103-115. Рус.

Развит метод оценивания спектров волновых процессов на ос-

нове специального вида измерительных решеток, представляющих собой набор вращающихся и статических датчиков, названных в работе циркулярными. Излагается способ корректировки спектров, оцененных на основе дискретных цифровых рядов, полученных от датчиков циркулярных решеток. Оценки спектров строятся на основе многомерного метода максимальной энтропии. Приведены данные тестовых расчетов для нескольких типов циркулярных решеток применительно к волновым процессам в форме гармоник, искаженных белым шумом. Показана эффективность предложенного способа коррекции спектров. Излагаются общие принципы использования циркулярных решеток для оценивания спектров волновых процессов с помощью датчиков, расположенных на вращающихся спутниках. Обсуждается возможность использования данного подхода для оценивания спектров волновых процессов с помощью датчиков, установленных на микро- и наноспутниках.

24.01-01.429 Моделирование мультифрактального турбулентного электромагнитного поля в космической плазме. Левашов Н.Н., Попов В.Ю., Малова Х.В., Зеленый Л.М. Космические исследования. 2023. 61, № 2, с. 116-123. Рус.

Предложена двумерная модель мультифрактального турбулентного электромагнитного поля, позволяющая гибко варьировать ширину мультифрактального спектра и уровень перемежаемости. Моделирование электромагнитного поля происходит при помощи суперпозиции вейвлетов, которые распределяются равномерно по всей вычислительной области. Путем специального распределения амплитуд мы добиваемся того, чтобы результирующее поле было мультифрактальным и перемежаемым. При помощи данной модели исследовалось влияние мультифрактальности и перемежаемости на ускорение заряженных частиц в турбулентном поле в хвосте магнитосферы Земли. Показано, что в случае мультифрактального поля отдельные частицы способны достичь больших значений энергии по сравнению с монофрактальной турбулентностью.

24.01-01.430 Исследование зеленой корональной линии с высотой по внезатменным наблюдениям за 24-й цикл солнечной активности. Гусева С.А., Шрамко А.Д. Космические исследования. 2023. 61, № 2, с. 124-133. Рус.

Представлены результаты исследований эмиссионной корональной линии $\lambda=5303 \text{ \AA}$ (Fe XIV) за период 24-го цикла солнечной активности. Спектральные данные получены на везантном коронографе системы Лио, установленном на Горной астрономической станции ГАО РАН (близ г. Кисловодска). В результате обработки внезатменных наблюдений создана база данных трех видов ежедневных корональных карт с распределением по высоте h от $1R_{\odot}$ до $1.38R_{\odot}$ (R_{\odot} — радиус Солнца) значений интенсивности зеленой линии (I5303). Выявлены и отождествлены некоторые неоднородности вдоль линии $\lambda=5303 \text{ \AA}$, которые связаны с конфигурацией магнитных полей в короне Солнца над активными областями. Проведены вычисления протяженности зеленой линии от позиционного угла Солнца. Показано, что временное распределение протяженности линии в полярных областях имеет два максимума, которые совпадают с моментами переполюсовки полярного магнитного поля на Солнце. Максимальные значения средней протяженности корональной линии по всему лимбу приходятся на 2012–2014 гг. Для разных фаз (для ветви подъема, в период максимума, для ветви спада и минимума солнечной активности) данного солнечного цикла и для разных областей активности Солнца построены, и исследованы зависимости изменения с высотой значений I5303. Представлены уравнения регрессии этих аппроксимирующих кривых. Изменение I5303 с высотой для полярных областей с наибольшей вероятностью определяется логарифмической функцией, а аппроксимирующие кривые тренда для остальных широтных зон определяются степенной функцией третьего порядка.

24.01-01.431 Устойчивость стабилизации космического аппарата в направлении солнца магнитными исполнительными органами на солнечно-синхронной орбите. Ролдугин Д.С. Космические исследования. 2023. 61, № 2, с. 134-142. Рус.

Рассматривается угловое движение космического аппарата с

магнитными катушками на солнечно-синхронной орбите. Аппарат поддерживает ориентацию одной из осей в направлении Солнца для заряда аккумуляторных батарей, вращаясь вокруг этого направления. Приводится интуитивный алгоритм стабилизации, задающий требуемые направление и скорость вращения. С помощью эволюционных уравнений исследуется устойчивость как требуемого режима движения, так и других нежелательных положений равновесия. Получены условия на моменты инерции аппарата и параметры управления, при которых достигается требуемая ориентация. Приведены примеры численного моделирования движения, демонстрирующие стабилизацию в различных положениях с учетом действия возмущающих факторов.

24.01-01.432 Реализация режима солнечной ориентации космического аппарата с помощью системы двигателей-маховиков. *Игнатов А.И., Иванов Г.А., Коломиец Е.С., Мартыненко Е.В. Космические исследования.* 2023. 61, № 2, с. 143-156. Рус.

Исследован режим поддержания солнечной ориентации космического аппарата — гиростата на низкой околоземной орбите в течение длительного времени. Аппарат по форме близок к цилиндру с двумя неподвижными панелями солнечных батарей. Панели расположены вдоль продольной оси цилиндра, симметрично относительно нее. В режиме солнечной ориентации нормаль к плоскости солнечных батарей аппарата неизменно направлена на Солнце, продольная ось совершает колебания относительно плоскости орбиты. Для реализации указанного режима движения космического аппарата используется система четырех двигателей-маховиков, оси вращения которых направлены параллельно боковым ребрам четырехугольной пирамиды. Положение боковых ребер пирамиды относительно жестко связанной с аппаратом системы координат задается двумя углами, которые являются параметрами системы двигателей-маховиков. Рассматривается закон управления гиростатическим моментом, при котором обеспечивается затухание возмущенного движения космического аппарата в окрестности положения его солнечной ориентации и ограничивается накопление собственного кинетического момента двигателей-маховиков за счет управления углом поворота аппарата вокруг нормали к светочувствительной стороне солнечных батарей. В работе показано, что с помощью определенного выбора параметров системы двигателей-маховиков возможно реализовать режим солнечной ориентации без проведения разгрузок гиростатического момента в течение всего времени полета. Приведены результаты численного моделирования полной системы уравнений движения космического аппарата в режиме его солнечной ориентации с учетом воздействия гравитационного и аэродинамического моментов, подтверждающие правильность выбранных значений параметров.

24.01-01.433 Радиационный аспект двух вариантов наклона орбиты российской орбитальной служебной станции. *Митрикас В.Г. Космические исследования.* 2023. 61, № 2, с. 157-162. Рус.

Рассмотрен вклад в эффективную дозу от космических излучений радиационных поясов Земли, галактических космических лучей и протонов солнечных протонных событий для космонавтов, находящихся в рабочем отсеке большого диаметра служебного модуля МКС. Показано, что для квазистационарных источников космических излучений изменение наклона орбиты в 51.6° на 97.0° не приводит к существенным изменениям среднесуточной мощности эффективной дозы. При рассмотрении вклада в эффективную дозу от протонов солнечных вспышек дозовая нагрузка на космонавтов может увеличиваться в десять и более раз.

24.01-01.434 Оптимальное управление вектором тяги воздушного электрореактивного двигателя для наискорейшего изменения высоты апогея орбиты с ультранизким перигеем. *Филатьев А.С., Янова О.В. Космические исследования.* 2023. 61, № 2, с. 163-176. Рус.

Рассмотрена задача оптимального по быстродействию изменения высоты апогея орбит с ультранизким перигеем (высотой 120–250 км). Для компенсации аэродинамического сопротивления космического аппарата используется воздушный электро-

реактивный двигатель (ВЭРД), топливом для которого служат газы заборной атмосферы. Учтено падение эффективности ВЭРД с увеличением угла атаки и возможность работы ВЭРД только при достаточной концентрации газа в камере ионизации. Задача решена на основе принципа максимума Понтрягина в предположении малости аэродинамического сопротивления и тяги по сравнению с гравитационными силами. Представлены результаты исследований оптимальных программ управления вектором тяги ВЭРД в зависимости от параметров орбиты, компоновки КА, двигателя и мощности источника энергии.

24.01-01.435 Пространственно-временные структуры в овале полярных сияний: подходы к моделированию. *Козелов Б.В. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 179-188. Рус.

Взаимодействие окружающей Землю магнитосферно-ионосферной (МИ) системы со средней (солнечным ветром) происходит в форме череды переходных процессов на разных масштабах. Наиболее крупные из них, магнитные бури, очевидно триггируются возмущениями в солнечном ветре (англ. direct driving). Роль внутренней динамики МИ-системы, вызванной в значительной степени нелинейностью и временными запаздываниями процессов поступления и сброса (англ. load-unload processes) энергии и частиц из солнечного ветра в магнитосферу, становится более существенной на меньших масштабах (суббури, псевдобурь, инжекции, активизация). Типичное динамическое состояние МИ-системы описывается как самоорганизованная критичность или турбулентность, для которых свойственны статистическая масштабная инвариантность (скейнинг, англ. scathing) в распределениях флуктуаций многих характеристик. Динамика МИ-системы проектируется в область аврорального овала, само существование которого обусловлено этой динамикой. Пространственно-временная структура авроральных возмущений в большой степени отражает структуру процессов в МИ-плазме. Описание этой структуры важно как для фундаментального изучения плазменных процессов, так и для многих актуальных прикладных вопросов, связанных с прохождением радиоволн в ионосфере и жизнедеятельностью в высоких широтах. В статье обсуждаются подходы и наработки для построения модели пространственно-временной структуры аврорального овала, основанные на фрактальных и мультифрактальных характеристиках.

24.01-01.436 Автоматическое определение положения головной ударной волны и магнитопаузы магнитосферы Меркурия по данным магнитометра космического аппарата MESSENGER. *Невский Д.В., Лаврушин А.С., Алексеев И.И. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 189-201. Рус.

Космический аппарат MESSENGER за четыре года работы на орбите Меркурия совершил более 4000 оборотов вокруг планеты. С использованием данных установленного на его борту магнитометра определяется возможность нахождения пересечений головной ударной волны и магнитопаузы магнитосферы Меркурия автоматическими методами и сравнивается точность данных методов с результатами ручной обработки данных. Разработанный алгоритм позволяет существенно увеличить скорость обработки данных магнитометра и может быть использован в будущем при анализе данных КА BepiColombo, который выйдет на орбиту Меркурия в 2025 г.

24.01-01.437 Оценка плотности электронов в ближней $3-4R_E$ магнитосфере на основе измерения потенциала спутника Интербол-2. *Смирнова Н.Ф., Станев Г. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 202-214. Рус.

Предлагается новый метод определения плотности электронов в разреженной плазме, основанный на одновременных измерениях потенциала спутника Интербол-2 зондовыми приборами ИЭСР-2 (измеритель электрического поля) и КМ-7 (датчик электронной температуры). Это позволяет оценить плотность фотоэлектронного тока на основе процедуры, предложенной ранее авторами этой работы. Электронная концентрация определялась только для положительного потенциала космического аппарата. Составлялись уравнения баланса для спут-

ника и зонда между токами электронов окружающей плазмы и фотоэлектронов, эмитированных освещенной поверхностью. В магнитосфере для приведения потенциала зонда к потенциалу окружающей плазмы в зонд направляется ток смещения, который учитывался в уравнении баланса токов для зонда. При расчетах использовалось значение энергии электронов $kT_e=1$ эВ. Анализировались данные с ~ 350 орбит в авроральной зоне магнитосферы на высотах $2-3R_E$ с октября 1996 по март 1998 г. в период низкой солнечной активности в начале 23-го цикла. Приводятся примеры расчетов плотностей электронов, которая находится в пределах $1-30 \text{ см}^{-3}$.

24.01-01.438 Влияние ионов кислорода на формирование тонкого токового слоя геомагнитного хвоста. *Домрин В.И., Малова Х.В., Попов В.Ю., Григоренко Е.Е., Зеленый Л.М. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 215-229. Рус.

Тонкий токовый слой в хвосте магнитосферы Земли, имеющий характерную толщину от одного до нескольких протонных гирорадиусов, часто наблюдаются во время магнитосферных возмущений — суббурь, когда сравнительно толстая токовая конфигурация в хвосте сужается до предельно малой толщины, а затем может спонтанно разрушаться. Процесс разрушения, как правило, сопровождается активными процессами: ускорением и нагревом плазмы, генерацией переменных электрических полей и магнитогидродинамических волн. В настоящей работе развита и исследована модель формирования тонкого токового слоя, в котором, наряду с протонами, присутствуют однозарядные ионы кислорода, поступающие из ионосферы в токовый слой хвоста в магнитоактивные периоды. Целью моделирования является изучение закономерностей образования равновесного тонкого токового слоя в плазме, состоящей из двух сортов ионов, и исследование его структуры. Показано, что равновесная конфигурация может иметь особенности. В частности, если в системе присутствуют только протоны или только тяжелые ионы, то формируется одномасштабное токовое равновесие, определяемое частицами, движущимися вдоль квазиadiaбатических траекторий. При формировании токового слоя в плазме, состоящей из смеси протонов и ионов кислорода в сопоставимых концентрациях, с большой вероятностью образуется токовый слой, в котором носителями тока являются тяжелые ионы, а траектории протонов хаотизируются и вносят отрицательный вклад в ток, благодаря чему профиль плотности тока становится расщепленным с минимумом в центре и максимумами на периферии слоя. Полученные результаты могут быть полезными для интерпретации данных наблюдений в хвосте магнитосферы Земли.

24.01-01.439 Корональное распространение солнечных протонов во время и после их стохастического ускорения. *Григорьева И.Ю., Струминский А.Б., Логачев Ю.И., Садовский А.М. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 230-241. Рус.

В эруптивных вспышках солнечные протоны стохастически ускоряются в широком телесном угле, далее эффективно удерживаются за расширяющимся фронтом коронального выброса массы (КВМ), который может как приносить протоны на силовую линию, идущую к удаленному наблюдателю, так и уносить их от нее. Рассматриваются 13 солнечных протонных событий 24-го цикла, в которых были зарегистрированы протоны с энергией (E) >100 МэВ и которые сопровождалась регистрацией солнечного жесткого рентгеновского (HXR) излучения с $E >100$ кэВ детектором ACS SPI и γ -излучения с $E >100$ МэВ — телескопом FermiLAT, с источником на западной полусфере Солнца. Первый приход солнечных протонов на орбиту Земли определялся в каждом событии по значимому “протонному” превышению над фоном ACS SPI во время или после HXR всплеска. Все события рассматривались относительно выбранного нами нулевого времени (0 мин) родительских вспышек. “Ранний” приход протонов на орбиту Земли ($<+20$ мин), наблюдавшийся в 4 событиях, соответствует “быстрому” ускорению электронов (10 МэВ/с). “Поздний” приход протонов ($>+20$ мин) соответствует “медленному” ускорению электронов (1 МэВ/с) и наблюдался в шести событиях. В трех событиях наблюдался “задержанный” приход протонов ($>+30$ мин), когда распространение КВМ ухудшало магнитное соединение ис-

точника с наблюдателем. Направление распространения КВМ характеризуется в каталоге (SOHO LASCO CME Catalog) позиционным углом (PA — Position Angle). Наблюдаемый угол PA систематизирует времена первого прихода протонов и темп роста их интенсивности. Параметр PA необходимо учитывать при анализе протонных событий.

24.01-01.440 Радиационная стойкость микроэлектронных приборов при совместном воздействии дестабилизирующих факторов космического пространства на этапе конструирования. *Дидык П.И., Жуков А.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 242-247. Рус.

Представлена оценка совместного действия дестабилизирующих факторов космического пространства на типовые микроэлектронные компоненты в конструкции бортовой аппаратуры космического аппарата, показана оценка характеристик микроэлектронных компонентов в условиях воздействия радиации.

24.01-01.441 Исследование оптимальных программ управления относительным движением космического аппарата с ограниченной тягой. *Ишков С.А., Филиппов Г.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 248-257. Рус.

Рассматривается задача оптимального управления относительным движением космического аппарата с двигателем конечной тяги на произвольных околоорбитальных орбитах с использованием принципа максимума Понтрягина. Движение исследуется в орбитальной цилиндрической системе координат, с использованием переменных, записанных в форме вековых и периодических составляющих относительного движения в плоскости орбиты. Основное внимание уделяется анализу структуры оптимального управления при свободной и трансверсальной ориентации вектора тяги при наличии на траектории пассивных участков. В качестве критерия выбора оптимального управления рассматривалось моторное время работы корректирующих двигателей. Определены характерные структуры управления для различных областей начальных условий движения, получены оценки предельных затрат моторного времени.

24.01-01.442 О лазерной локации луноходов. *Насенин В.Г. Космические исследования.* 2023. 61, № 3, с. 258-264. Рус.

В опубликованных ранее статьях о лазерной локации с использованием светоотражателей, установленных на советских луноходах, не учитывалась фактическая ориентация луноходов на местности. Учет фактической ориентации луноходов позволяет определить углы падения, что позволяет объяснить разницу в экспериментальных результатах лазерной локации луноходов.

24.01-01.443 Оценки параметров западного аврорального электроджета во время сильных суббурь. *Петрукович А.А., Евдокимова М.А., Апатенков С.В. Космические исследования.* 2023. 61, № 4, с. 267-276. Рус.

Продолжается разработка простой “прямоугольной” модели западного аврорального электроджета, основанной на наблюдениях магнитного поля вдоль разреженной меридиональной цепи станций в полярной зоне. Модель имеет три параметра: две границы и постоянную плотность электрического тока. Работа модели показана на примере суббурь, наблюдаемых на цепочке станций CARISMA (англ. Canadian Array for Realtime Investigations of Magnetic Activity). Был введен дополнительный параметр, позволяющий менять меридиональный профиль тока от прямоугольного к колоколообразному, но его влияние на работу модели оказалось слабым. В заключение проведено сравнение оценок полной силы электроджета, полученных по этой модели, с оценками суббурь токового клина, полученными по среднеширотным станциям. Обе оценки имеют схожие амплитуды и изменяются согласованно в течение развития взрывной фазы суббури. Величины тока в определенных моменты времени могут различаться в два раза, но схожие различия наблюдаются и для других моделей западного аврорального электроджета. Последнее предполагает, что реальная геометрия тока электроджета и тока клина могут значительно отличаться от используемых относительно простых моделей.

24.01-01.444 Одновременные наземные и спутниковые измерения поляризационного джета на меридиане станции Якутск. Степанов А.Е., Халипов В.Л., Кобякова С.Е., Данилов С.И. *Космические исследования*. 2023. 61, № 4, с. 277-284. Рус.

Приводятся данные одновременных измерений поляризационного джета с наземной станции вертикального радиозондирования Якутск и спутниковых наблюдений узких провалов электронной плотности или быстрых дрейфов ионосферной плазмы на запад со спутников серии DMSP (англ. Defense Meteorological Satellite Program). События основаны на наземных ионосферных измерениях и охватывают интервал времени с марта 1989 по декабрь 2015 г., т.е. около 26 лет. Одновременность наблюдений обеспечивается периодом времени примерно ± 1.5 ч от времени регистрации признаков поляризационного джета по данным наземной станции ионосферного зондирования или периодом обращения спутников DMSP вокруг Земли. По данным многолетних одновременных спутниковых и наземных измерений (126 событий) показано и подтверждено, что наличие на ионограммах характерных дополнительных следов отражений указывает на присутствие вблизи зенита станции наблюдения узких и быстрых дрейфов ионосферной плазмы или поляризационного джета. Также показано, что квазипостоянная долготная протяженность поляризационного джета на субавроральных широтах в отдельных случаях может достигать 8 ч или 120° по долготе.

24.01-01.445 Временные ряды космических наблюдений: анализ локальных метеорологических и солнечных серий. Курбасова Г.С., Вольвач А.Е., Вольвач Л.Н. *Космические исследования*. 2023. 61, № 4, с. 285-301. Рус.

Рассмотрен круг вопросов, посвященных результатам анализа некоторых метеорологических и солнечных рядов спутниковых наблюдений в местности Кара-Даг (Крым). Представлена качественная и количественная картина изменения общей инсоляции, падающей на поверхность земли, температуры воздуха на высоте 2 м и температуры поверхности земли в Кара-Даге за последние 38 лет. Построена численная модель, позволяющая прогнозировать в анализируемых данных наиболее мощное колебание с периодом в один год. В работе использовались: метод вейвлет анализа, статистические методы выделения гауссовского и не гауссовского шумов, итерационный метод построения и оценок точности приближения моделей. Когерентные вариации в анализируемых и некоторых глобальных геодинамических и солнечных временных рядах были установлены при помощи двухканального авторегрессионного анализа. Качественная характеристика процесса изменения основных вариаций в анализируемых временных рядах получена с использованием анализа фазовых траекторий на плоскости Пуанкаре.

24.01-01.446 О точках либрации в системе астероид—исследовательский зонд. Лавровский Э.К. *Космические исследования*. 2023. 61, № 4, с. 302-310. Рус.

Работа посвящена исследованию относительного движения в поле однородных сферических тел. Считается, что спутник астероида не влияет на его поступательное и вращательное движения по инерции. Это последнее есть вращение в режиме регулярной прецессии. Рассматривается случай, когда астероид — эллипсоид вращения. Строится система условий, которой должны удовлетворять точки либрации; показано, что ее решением являются два типа точек либрации, различающиеся своим расположением по отношению к неизменному вектору кинетического момента вращения и к оси симметрии эллипсоида. Далее численно-аналитическим методом исследуется по первому приближению устойчивость точек либрации.

24.01-01.447 Эксперимент "лунный принтер" по лазерному сплавлению лунного реголита в космическом проекте "Луна-Грунт". Томилина Т.М., Ким А.А., Лисов Д.И., Лысенко А.М. *Космические исследования*. 2023. 61, № 4, с. 311-321. Рус.

Представлены результаты лабораторных исследований по применению новой технологии селективного лазерного сплавления для получения опытных изделий из лунного реголита без специальных добавок. Определены основные свойства природ-

ного реголита, которые существенно влияют на процесс сплавления. Получены первые образцы заданной геометрии из порошков лабрадора и габбро-диабазы, которые являются естественными аналогами лунного реголита, по этой технологии. Результаты исследований планируются использовать при подготовке исходных данных для разработки космического прибора Лунный Принтер в составе комплекса научной аппаратуры перспективного лунного проекта "Луна-Грунт".

24.01-01.448 Прогнозирование параметров вращения Земли в задачах навигации с учетом феномена эволюции неравномерности вращения Земли. Красильщиков М.Н., Кружков Д.М., Мартынов Е.А. *Космические исследования*. 2023. 61, № 4, с. 322-331. Рус.

Обсуждается применение предложенной ранее методики прогнозирования параметров вращения Земли (ПВЗ), обеспечивающей высокую точность прогноза в результате оптимизации процедуры метода наименьших квадратов, используемой для обработки соответствующих исторических данных. Приводятся результаты исследования точностных характеристик формируемых оценок ПВЗ применительно к задаче их прогнозирования на интервале с 2019 по 2022 г., когда впервые в истории наблюдения за суточным вращением Земли было зафиксировано изменение тренда зависимости разности Universal Time (UT1) и Coordinated Universal Time (UTC), вызванное уменьшением длины суток. Обсуждаются влияние тенденции изменения длины дня и сопутствующих проблем на точность прогнозирования ПВЗ в различных навигационных задачах с использованием классических полиномов, описывающих эволюцию параметров вращения Земли. Проводится сравнительный анализ точности прогноза ПВЗ, выполненного International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS), для аналогичного временного периода.

24.01-01.449 Влияние продуктов выделения из конструкционных материалов космических аппаратов на оптические характеристики терморегулирующих покрытий космических аппаратов. Чиров А.А., Белякова Н.Г. *Космические исследования*. 2023. 61, № 4, с. 332-338. Рус.

Представлены результаты экспериментальных исследований процессов выделения легкоконденсирующихся веществ из некоторых конструкционных материалов, применяемых на космических аппаратах, а также степень влияния тонких пленок конденсата на интегральные оптические коэффициенты внешних терморегулирующих покрытий (ТРП) КА. Исследования проводились в вакуумных условиях, эмитирующих космическую среду и излучение Солнца. Результаты экспериментов показали: плотности потоков компонент, выделяющихся с поверхностей материалов, достигают величин $5.4 \cdot 10^{-7}$ г·см⁻²·с⁻¹ и падают со временем по экспоненциальному закону; тонкие пленки конденсата толщиной 100 Å способны ухудшить интегральные оптические коэффициенты ТРП на десятки процентов. Обнаруженные эффекты способны влиять на тепловой баланс КА. Используемые в работе методы экспериментального исследования могут применяться для широкого класса материалов, а получаемые результаты использоваться при создании КА различного типа.

24.01-01.450 Исследование движения группы из четырех связанных космических аппаратов под управлением с использованием сил Лоренца. Чернов К.С., Иванов Д.С. *Космические исследования*. 2023. 61, № 4, с. 339-352. Рус.

Рассматриваются четыре космических аппарата, соединенные друг с другом электродинамическими тросами, которые при математическом моделировании движения системы считаются жесткими. В магнитном поле Земли на проводники с током действуют силы Лоренца, с использованием которых производится управление движением центра масс системы и угловым движением. В работе разработан алгоритм расчета величин сил тока для остановки дрейфа центра масс тетраэдральной формации относительно опорной орбитальной системы координат на низкой околоземной орбите и для раскрутки относительно центра масс до постоянной угловой скорости. Проводится численное исследование времени достижения заданного движения в за-

висимости от максимально возможной силы тока и начальных условий.

24.01-01.451 Оптимизация маневра обеспечения большой скорости входа космического аппарата в атмосферу. *Константинов М.С. Космические исследования.* 2023. 61, № 5, с. 355-359. Рус.

Оптимизируется схема полета, обеспечивающая параболическую скорость входа космического аппарата (КА) в земную атмосферу. Такой маневр может быть интересным для экспериментальной отработки входа КА, возвращающегося на Землю от Луны или после межпланетного перелета. Предполагается, что КА выведен на низкую околоземную орбиту и имеет химическую двигательную установку с двигателем ограниченной тяги, которая должна обеспечить маневр входа КА в земную атмосферу. Критерием оптимизации рассматривается характеристическая скорость маневра. Основой разработанного метода оптимизации схемы полета и самой траектории КА выбран принцип максимума. Анализируются одновитковые и многовитковые траектории перелета. Показано, что для одновитковых траекторий перелета существует оптимальное время и оптимальная угловая дальность перелета. Дается оценка их значений и минимальной характеристической скорости маневра. В отличие от одновитковых траекторий перелета для многовитковых траекторий характеристическая скорость перелета монотонно убывает с увеличением времени перелета. Приведены зависимости характеристической скорости от времени перелета для одновитковых, двух-, трех- и четырехвитковых траекторий перелета. Проанализированы диапазоны времен перелета, в которых целесообразно использовать конкретный тип траектории перелета.

24.01-01.452 Статистические характеристики излучения стационарных плазменных двигателей при работе на различных рабочих телах. *Плохий А.П., Важенин Н.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 5, с. 360-367. Рус.

Описана процедура экспериментального определения статистических характеристик собственного электромагнитного излучения лабораторного макета стационарного плазменного двигателя СПД-70 разработки Научно-исследовательского института прикладной механики и электродинамики Московского авиационного института. Исследовались временные комплексные реализации процессов излучения СПД-70 при длительности выборки 1 мс и полосе анализа 140 МГц для характерных центральных частот 0,9, 1,050, 1,200, 1,350 ГГц (мощность разряда 600 Вт, горизонтальная поляризация) при работе на различных рабочих телах. Проведенные исследования позволили получить оценки статистических характеристик излучения СПД-70 для перспективных рабочих тел. К новым результатам следует отнести, что полученные законы распределения для синфазной и квадратурной компоненты комплексной огибающей процесса излучения существенно отличаются от гауссовского. Что касается распределения амплитудной огибающей процесса, то в общем случае имеет место отличие от рэлеевского закона распределения. При переходе с ксенона на криптон степень негауссовости и отличие от рэлеевского закона увеличиваются. При этом закон распределения фазы комплексной огибающей процесса близок к равномерному и инвариантен к типу рабочего тела.

24.01-01.453 Проектирование низкоэнергетических перелетов к Луне с малой тягой на траектории временного захвата. *Иванюжин А.В., Ивашигин В.В., Петузов В.Г., Юн С.У. Космические исследования.* 2023. 61, № 5, с. 368-381. Рус.

Рассматривается задача расчета низкоэнергетических траекторий перелета космического аппарата с малой тягой к Луне на орбиту временного захвата. Перелет осуществляется с использованием транзитной траектории в окрестности одной из коллинеарных точек либрации L_1 или L_2 системы Земля—Луна. Использование транзитной траектории позволяет снизить затраты топлива на перелет за счет использования динамики движения космического аппарата в системе Земля—Луна. После выхода на орбиту временного захвата в зависимости от целей миссии может быть сформирована необходимая окололунная

орбита или совершен маневр для выхода на отлетную межпланетную траекторию. Предлагается метод решения задачи, заключающийся в определении подходящей транзитной траектории и в расчете оптимальной траектории перелета космического аппарата с малой тягой с начальной околоземной орбиты на транзитную траекторию к Луне. В качестве двигателя рассматривается модель электроракетного двигателя ограниченной тяги. Для решения задачи оптимального управления и определения оптимальной точки выхода на транзитную траекторию используется принцип максимума Понтрягина в сочетании с методом продолжения по параметру. Приводятся численные примеры расчета низкоэнергетических траекторий перелета на окололунную орбиту временного захвата с оптимизацией точки выхода на транзитную траекторию.

24.01-01.454 Метод расчета траектории одноимпульсного перелета к гало-орбите вокруг точки либрации L_2 системы Земля—Луна. *Жуи Чэюу. Космические исследования.* 2023. 61, № 5, с. 382-392. Рус.

Рассматривается задача расчета низкоэнергетических импульсных траекторий к гало-орбитам в окрестности точки либрации L_2 системы Земля—Луна. Представлен новый метод расчета траекторий одноимпульсного низкоэнергетического перелета к гало-орбите. Анализируется ограниченная задача четырех тел, в рамках которой учитывается притяжение Земли, Луны и Солнца, а их положение и скорость вычисляются с использованием высокоточного эфемеридного обеспечения. Особое внимание при разработке метода уделено обеспечению его вычислительной устойчивости для расчета траекторий с длительным нахождением космического аппарата в зоне слабой устойчивости вблизи границы сферы Хилла Земли. Приведены результаты расчета одноимпульсных траекторий перелета с низкой околоземной орбиты на гало-орбиты вокруг точки либрации L_2 системы Земля—Луна. Проведен анализ зависимости основных характеристик одноимпульсных траекторий от даты подлета к гало-орбите.

24.01-01.455 Влияние рабочих веществ на электромагнитную обстановку, создаваемую стационарными плазменными двигателями. *Плохий А.П., Важенин Н.А., Меркурьев Д.В. Космические исследования.* 2023. 61, № 5, с. 393-399. Рус.

Рассматриваются возможные аспекты нарушения функциональной безопасности космических аппаратов в части электромагнитной совместимости с электрическими ракетными двигателями при их работе на альтернативных рабочих веществах. Описана процедура экспериментального определения спектрально-временных характеристик собственного электромагнитного излучения лабораторного макета стационарного плазменного двигателя СПД-70 разработки Научно-исследовательского института прикладной механики и электродинамики Московского авиационного института. Измерения помехоэмиссии проводились на вакуумной установке с “радиопрозрачным” отсеком и экранированной беззонной камерой в диапазоне частот 1—12 ГГц для типовых мощностей разряда (600, 800, 1000 Вт), вертикальной и горизонтальной поляризации и различных используемых рабочих веществ (криптон и ксенон). Проведенные исследования позволили получить новые сравнительные результаты оценки спектральных характеристик излучения СПД-70 для типовых режимов и перспективных рабочих тел в рамках ортогональных поляризационных базисов. К новым результатам следует отнести и сведения о характеристиках излучения СПД-70 во временной области. Показано, что переход с ксенона на криптон сохраняет импульсный характер излучения стационарного плазменного двигателя, приводя не только к увеличению амплитуды импульсов, но и к увеличению частоты повторения “пачек” и увеличению их длительности, что требует проведения дополнительных мероприятий по обеспечению электромагнитной совместимости с целью сохранения функциональной безопасности космического аппарата.

24.01-01.456 Проблема оптимальной энергии разряда в абляционном импульсном плазменном двигателе. *Богатый А.В., Дьяконов Г.А., Любинская Н.В., Мура-таева Д.А., Попов Г.А., Семеняхин С.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 5, с. 400-405. Рус.

Одно из перспективных направлений развития малых космических аппаратов (МКА) — создание малоразмерных электродвигательных установок (ЭРДУ) на основе абляционных импульсных плазменных двигателей (АИПД). Рассмотрена проблема оптимальной энергии разряда в АИПД, обеспечивающая минимальную полную массу ЭРДУ. Показано, что при заданном суммарном импульсе тяги энергия разряда АИПД имеет оптимум, зависящий от удельной энергоёмкости силовых конденсаторов, удельного импульса тяги двигателя, а также от массы блоков электроники и других элементов структурной схемы двигательной установки. Сделан вывод, что при проектировании ЭРДУ на базе АИПД расчет оптимальной энергии разряда позволяет снизить полную массу двигательной установки.

24.01-01.457 Оптимизация гелиоцентрических траекторий с малой тягой между коллинеарными точками либрации различных планет. Петухов В.Г., Юн С.У. Космические исследования. 2023. 61, № 5, с. 406-419. Рус.

Цель исследования заключается в оптимизации межпланетного перелета космического аппарата с малой тягой с использованием коллинеарных точек либрации L_1 и L_2 для стыковки геоцентрического или планетоцентрического участков траектории с гелиоцентрическим участком. Рассматривается задача оптимизации возмущенного гелиоцентрического участка траектории межпланетного перелета с малой тягой в рамках эфемеридной модели четырех тел, включающей Солнце, Землю, планету назначения и космический аппарат. Для оптимизации траекторий используется непрямой подход, основанный на использовании принципа максимума Понтрягина и метода продолжения. Показывается возможность сокращения требуемых затрат характеристической скорости по сравнению с оценками, полученными с применением метода точечных сфер действия.

24.01-01.458 Оптимизация маневра перевода космического аппарата из одной точки эллиптической орбиты в другую точку той же орбиты. Константинов М.С. Космические исследования. 2023. 61, № 5, с. 420-438. Рус.

Анализируется проблема смены орбитальной позиции космического аппарата (КА), находящегося на некоторой эллиптической орбите в ньютоновском гравитационном поле. Предполагается, что КА имеет нерегулируемый двигатель, который может быть включен многократно. Разработан алгоритм определения оптимальной (по критерию минимальной характеристической скорости) схемы перелета. Особое внимание уделяется анализу числа активных участков на траектории перелета и их расположению на витках траектории. Алгоритм базируется на принципе максимума и методе продолжения по параметру. Начальное приближение для схемы перелета находится с использованием траектории оптимального перелета КА с идеально-регулируемой двигательной установкой (двигателем ограниченной мощности). Используется продолжение этой траектории в траекторию перелета для КА с нерегулируемым двигателем. При этом вводится параметр сглаживания функции тяги. На заключительном этапе находятся характеристики оптимальной схемы перелета для КА с нерегулируемым двигателем при релейной функции тяги. Проанализированы свойства оптимальной схемы выполнения рассматриваемого маневра как функции угловой дальности перелета (числа витков траектории перелета) и как функции угла фазирования (угла, характеризующего угловую дальность между точками орбиты, между которыми осуществляется перелет). Показано, что увеличение угловой дальности перелета позволяет значительно уменьшить характеристическую скорость маневра даже при больших углах фазирования.

24.01-01.459 Исследовательские испытания ионного двигателя с электродами ионно-оптической системы, изготовленными из углерод-углеродного композиционного материала на основе нетканого углеродного каркаса. Азметжанов Р.В., Богатый А.В., Богачев Е.А., Гордеев С.В., Елахов А.Б., Каширин Д.А., Перминова Ю.С., Попов Г.А., Черкасова М.В. Космические исследования. 2023. 61, № 5, с. 439-444. Рус.

Представлены результаты тысячекратных испытаний вы-

сокочастотного ионного двигателя (ВЧИД) с электродами ионно-оптической системы (ИОС), изготовленными из углерод-углеродного композиционного материала. После проведения испытаний выполнена оценка качества поверхности ускоряющего электрода ИОС-двигателя — ключевого элемента конструкции ВЧИД с точки зрения ресурса, которая проводилась визуальным осмотром и сканирующей электронной микроскопией (СЭМ). Была определена максимальная глубина эрозионной выемки на поверхности ускоряющего электрода. Методом микрорентгеноспектрального анализа был проведен элементный анализ поверхностей электрода.

24.01-01.460 Прототип службы прогноза спокойного солнечного ветра на основе МГД-моделирования и граничных условий модели WSA. Арутюнян С., Кодуков А., Субботин М., Павлов Д. Космические исследования. 2023. 61, № 6, с. 447-453. Рус.

Создан прототип службы МГД-моделирования спокойного солнечного ветра и прогнозирования скорости и плотности частиц солнечного ветра в межпланетном пространстве, аналогичной службам NOAA и ESA. Служба состоит из МГД-симулятора, модуля обработки результатов симуляции и веб-интерфейса. Симулятор основан на реализации метода TVDPLF в пакете PLUTO. Граничные условия модели (плотность, радиальная скорость, магнитное поле, температура) на расстоянии 0.1 а. е. от начала координат получаются регулярно из соответствующей службы NOAA, в которой они рассчитаны по модели WSA на основании магнитограмм сети GONG. Доступны два режима граничных условий: постоянные и суточные. Симуляции проводились на равномерной сетке в диапазоне 0.1–1.7 а. е. по расстоянию (512 элементов), $-60 \rightarrow +60^\circ$ по широте (60 элементов), $0-360^\circ$ по долготе (180 элементов). Проведено сравнение рассчитанных карт скорости и плотности частиц с расчетами NOAA SWPC и NASA CCMC при одинаковых граничных условиях. Проведено ретроспективное сравнение получаемых прогнозов с данными прямых измерений (OMNI).

24.01-01.461 Определение эффективной частоты столкновения электронов в области E и D ионосферы высоких широт по данным анализа радиозатменных измерений. Губенко В.Н., Андреев В.Е., Кириллович И.А., Губенко Т.В., Павельев А.А., Губенко Д.В. Космические исследования. 2023. 61, № 6, с. 454-460. Рус.

Изучение столкновений между электронами и нейтральными молекулами представляет особый интерес для физики ионосферы Земли, в частности, с точки зрения определения ионосферной проводимости и токовых систем в нижней ионосфере планеты и выяснения роли, которую эти столкновения играют в ослаблении радиоволн, распространяющихся внутри D- и E-областей ионосферы. Эффективную частоту столкновений электронов можно оценить по лабораторным исследованиям подвижности электронов в атмосферных газах в сочетании с ракетными измерениями температуры и плотности частиц в верхней атмосфере Земли, также ее можно определить независимо из анализа радиозатменных данных. Нами разработан метод восстановления вертикальных профилей коэффициента поглощения дециметровых (длина волны ~ 19 см) радиоволн, базирующийся на решении обратной задачи о поглощении сигнала в D- и E-областях ионосферы Земли. По результатам анализа радиозатменных данных спутников FORMOSAT-3/COSMIC были определены высотные профили коэффициента поглощения дециметровых (ДМ) радиоволн в ионосфере планеты во время магнитной бури 22–23.VI.2015. Известно, что величина коэффициента поглощения на данной фиксированной частоте прямо пропорциональна произведению электронной плотности и частоты столкновений электронов с ионами и нейтралами. С использованием полученных данных о вертикальных профилях коэффициента поглощения ДМ-радиоволн и электронной плотности, восстановленных из анализа радиозатменных данных FORMOSAT-3/COSMIC, была оценена эффективная частота столкновений электронов в D- и E-областях высокоширотной ионосферы Земли. Практическая значимость изучения частоты столкновений электронов и эффектов поглощения радиоволн в D- и E-областях ионосферы планеты связана с обеспечением бесперебойной работы систем космической радиосвязи и навигации.

24.01-01.462 Каталог геоэффективных вспышечных событий текущего 25-го солнечного цикла в современном представлении. *Забаринская Л.П., Ишков В.Н., Сергеева Н.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 461-465. Рус.

Для изучения происходящих на Солнце и в межпланетном пространстве явлений и их влияния на околоземное космическое пространство, на процессы во внешних и внутренних оболочках Земли наиболее ценными становятся результаты непрерывных многолетних наблюдений за солнечной активностью. Представительная коллекция таких длительных однородных рядов систематических наблюдений, полученных мировой сетью солнечных и астрономических обсерваторий, а также космическими аппаратами, собрана в Мировом центре данных по солнечно-земной физике в Москве. В статье приведено описание накопительного интерактивного каталога основных характеристик значимых солнечных вспышечных событий текущего 25-го цикла солнечной активности.

24.01-01.463 Влияние продольных токов на электронную концентрацию в ионосфере: сопряженные наблюдения спутников SWARM и радара ESR. *Лукьянова Р.Ю. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 466-475. Рус.

Представлены результаты сопряженных измерений КА SWARM и европейского радара некогерентного рассеяния на Шпицбергене для двух событий одновременных наблюдений: в ночной ионосфере во время активации суббури 9.I.2014 и в дневной ионосфере в спокойных условиях 5.II.2017. Бортовые магнитометры КА SWARM обеспечивают измерения плотности продольных токов над ионосферой. Радар, находящийся в это время под траекторией пролета, измеряет вертикальное распределение электронной концентрации Ne. Эксперименты показали, что в ночных возмущенных условиях в месте вытекающего из ионосферы продольного тока плотность плазмы увеличивается по всей толще ионосферы, и изменение Ne находится в согласии с теоретическими оценками. В дневной спокойной ионосфере Ne увеличивается только в F-слое, но практически не изменяется в слое E. Различия могут быть обусловлены тем, что в первом случае носители направленного вверх тока представлены всем энергетическим спектром авроральных электронов 1–10 кэВ, а во втором — только низкоэнергичной частью.

24.01-01.464 Характеристики узкополосного искусственного радиоизлучения ионосферы в зависимости от эффективной мощности излучения нагревного стэнда EISCAT/Heating. *Калишин А.С., Благовещенская Н.Ф., Борисова Т.Д., Егоров И.М., Загорский Г.А., Ковалев А.С. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 476-485. Рус.

По данным экспериментов на нагревном стэнде EISCAT/Heating при ступенчатом изменении эффективной мощности излучения выполнена оценка порогов возбуждения и анализ зависимости спектральных характеристик узкополосного искусственного радиоизлучения ионосферы (УИРИ) от напряженности электрического поля мощной радиоволны КВ-диапазона (волны накачки) необыкновенной поляризации (X-мода). Волны накачки излучались в направлении магнитного зенита на частоте 5.423 МГц. Эффективная мощность излучаемой волны изменялась от 55 до 360 МВт. УИРИ регистрировалось на научно-исследовательской станции под Санкт-Петербургом на расстоянии ~1200 км от нагревного стэнда. Выполнены расчеты напряженности электрического поля мощного КВ-излучения вблизи высоты отражения с учетом неотклоняющего поглощения на пути распространения. Определены пороговые (минимальные) значения электрического поля, необходимые для возбуждения УИРИ.

24.01-01.465 Эволюция вращательного движения планеты Земля под влиянием внутренних диссипативных сил. *Амелькин Н.И. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 486-497. Рус.

В рамках модели М.А. Лаврентьева изучается влияние внутренней диссипации на вращательное движение Земли в гравитационном поле Солнца и Луны. Получены осредненные уравнения второго приближения, описывающие эволюцию оси вра-

щения Земли и ее угловой скорости. Исследуется зависимость скорости эволюции от значений параметров модели. Построены фазовые траектории эволюционного процесса для различных значений параметров. Показано, что наблюдаемый дрейф магнитных полюсов Земли можно объяснить в рамках механической модели угловым ускорением Земли.

24.01-01.466 Энтропийные функционалы и информация различия временных рядов спутникового мониторинга. *Антонов Ю.А., Захаров В.И., Сужарева Н.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 498-509. Рус.

Обсуждаются результаты информационного анализа временных рядов спутникового мониторинга состояния межпланетного магнитного поля, предоставляемые базой данных Центра космических полетов Годдарда (англ. NASA Goddard Space Flight Center). В арсенале методов анализа основное внимание отводится контролю неэкстенсивных свойств при масштабировании временных выборок, создаваемых на основе временных рядов 2001–2022 гг. Демонстрируется перестройка модальности функции распределения вероятности для компонент межпланетного магнитного поля в рассматриваемом ансамбле реализаций. Представлены результаты реконструкции кинетики энтропийных мер Шеннона—Больцмана—Гиббса, Тсаллиса и Реньи. В неэкстенсивном приближении анализируется влияние q -деформации фазового пространства на стохастические режимы исследуемой системы. В работе впервые совместно исследуются кинетика информационного расхождения и кинетика энтропийных мер ансамбля реализаций значений межпланетного магнитного поля. Указывается необходимость согласования q -параметров деформации фазового пространства, опорной и контролируемой подсистем, в том числе, при использовании асимптотических приближений в методиках прогноза с применением нейросетевых алгоритмов и алгоритмов глубокого обучения.

24.01-01.467 Оптимизация управления солнечным парусом при движении аппарата по циклическим гелиоцентрическим траекториям. *Рождков М.А., Старинова О.Л. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 510-519. Рус.

Рассматривается задача построения оптимальных по быстродействию траекторий для космического аппарата (КА) с солнечным парусом. Рассматриваемые траектории состоят из повторяющихся циклов перемещения КА до целевой гелиоцентрической орбиты и обратно к начальной. Применяется модель идеально отражающего паруса, что позволяет использовать программы оптимального управления углом установки паруса, полученные на основе принципа максимума Понтрягина. Гелиоцентрическое движение моделируется в плоской полярной системе координат, а сам КА совершает циклические перелеты между двумя планетами земной группы по замкнутой траектории. Сформулирована краевая задача, при решении которой обеспечивается подлет КА к целевой планете с выравниванием скорости (задача встречи). Проведено моделирование четырех циклов движения Земля—Меркурий—Земля и Земля—Марс—Земля с характеристическим ускорением солнечного паруса 0.25 мм/с^2 , для которых длительность одного цикла составляет в среднем 2000 и 2341 сут. соответственно. Получены оптимальные программы управления ориентацией паруса для широкого диапазона дат старта, показаны способы поиска и выбора начальных значений сопряженных переменных. Полученные результаты демонстрируют возможность КА с солнечным парусом реализовывать управляемое движение по замкнутой траектории с минимальной продолжительностью отдельных перелетов Земля—планета назначения—Земля.

24.01-01.468 Исследование возможности использования сопровождающих карет-ретрансляторов в задачах обеспечения связи с КА дальнего космоса. *Плохих А.П., Синицын А.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 520-529. Рус.

Рассматриваются возможные варианты архитектуры межпланетной связи, в которых используется ретранслятор данных. Анализируются структура типовой линии космической связи и пути повышения ее эффективности. В качестве одного из возможных направлений предложено использова-

ние сопровождающих орбитальных космических аппаратов-ретрансляторов, обеспечивающих поддержание требуемой скорости передачи данных в режиме группового полета вместе с исследовательским космическим аппаратом (КА). Проведена оптимизация гелиоцентрического участка траектории перелета марсианского исследовательского КА и сопровождающего его КА-ретранслятора. Продемонстрирована принципиальная возможность обеспечения группового полета КА-ретранслятора и исследовательского КА для улучшения связи с Землей. Получены оценки масс КА-ретранслятора и исследовательского КА применительно к использованию ракеты-носителя среднего класса типа “Союз” и разгонного блока “Фрегат”. Приведены оценки увеличения продолжительности высокоскоростной связи за счет использования КА-ретранслятора в точках либрации L_4 и L_5 системы Земля—Солнце, а также на гелиоцентрических круговых орбитах с различным радиусом.

24.01-01.469 Существенность входных признаков для доменной адаптации данных космических аппаратов. *Каримов Э.З., Магкова И.Н., Широкий В.Р., Баринев О.Г., Доленко С.А. Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 530-537. Рус.

Рассматривается задача улучшения нейросетевого прогноза геомагнитного Dst -индекса в условиях, когда входные данные для такого прогноза измеряются двумя космическими аппаратами (КА), один из которых близок к завершению жизненного цикла, а истории данных другого пока недостаточно для построения нейросетевого прогноза требуемого качества. Для эффективного перехода с данных одного КА на данные другого необходимо использовать методы доменной адаптации. В настоящей работе проверяются и сравниваются несколько методов перевода данных. Также для каждого переводимого признака найден оптимальный набор параметров для его перевода, что еще больше сокращает разницу между доменами. В работе показано, что использование методов доменной адаптации с отбором значимых признаков позволяет улучшить прогноз по сравнению с результатами использования непереведенных данных.

24.01-01.470 Авторский указатель за 2023 г. *Космические исследования.* 2023. 61, № 6, с. 538-540. Рус.

24.01-01.471 Электромагнитное взаимодействие в системе Солнце—межзвездная среда. *Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований.* 2016. 1, № 6, с. 2. Рус.

Рассматривается механизм возникновения положительного заряда Солнца и его короны за счет давления света при томсоновском рассеянии на свободных электронах, а также за счет поглощения Солнцем космических лучей (КЛ). Обсуждается возможность задержки КЛ в зоне турбулентности магнитного поля в оболочке гелиосферы, образующейся при столкновении солнечного ветра с межзвездной средой. Анализируется механизм электростатического отталкивания зарядом гелиосферы протонов и ионов КЛ, наряду с переносимым солнечным ветром магнитным полем, искажающим первичный энергетический спектр КЛ за пределами Солнечной системы. На этом основании оценен возможный вклад КЛ в скрытую массу.

24.01-01.472 Влияние космических лучей на формирование корон галактик. *Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований.* 2017. 2, № 1, с. 19-31. Рус.

Рассматривается роль космических лучей низких энергий, включая субкосмические лучи, в формировании корон галактик. Оценен вклад галактических субкосмических лучей (звездного ветра) в массу корон галактик. На основе анализа энергетического спектра космических лучей, наблюдаемого на орбите Земли и искажаемого магнитным полем гелиосферы, оценен возможный первичный поток космических лучей в галактике и ее короне, а также межгалактической среде. Рассчитан поток метагалактических космических лучей, способный компенсировать давление ионизованного газа в короне галактики со стороны межгалактической среды, а также оценен их вклад в скрытую массу.

24.01-01.473 Вклад давления межгалактической среды на короны галактик в их взаимное отталкивание. *Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований.*

2019. 4, № 2, с. 8-19. Рус.

Показано, что давление космических лучей наблюдаемой плотности энергии на короны галактик компенсирует гравитационное притяжение типичных галактик с учетом скрытой массы их корон. Соответствующее потоку космических лучей энерговыделение могут обеспечить сверхновые II типа при гравитационном коллапсе их ядер в нейтронные звезды. Оценен вклад давления микроволнового фонового излучения на короны галактик при его рассеянии на горячих электронах коронального газа. Показано, что данные факторы обеспечат расширение однородной замкнутой римановой Вселенной, за космологическим горизонтом которой присутствует вещество.

24.01-01.474 Вклад дрейфующих нейтронных звезд, ускоренных взрывами сверхновых в протогалактиках, во взаимное отталкивание галактик. *Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований.* 2019. 4, № 3, с. 20-52. Рус.

Показано, что взрывы сверхновых могут ускорять пульсары до скорости ≤ 1600 км/с. Нейтронные звезды, ускоренные взрывами сверхновых, могут дрейфовать в направлении корон галактик, пополняя их скрытую массу, а также заполняя межгалактическое пространство. Показано, что дрейфующие метагалактические нейтронные звезды, гибкая окружающие галактики по гиперболическим орбитам, могут способствовать их взаимному отталкиванию в условиях наблюдаемого однородного крупномасштабного распределения материи Вселенной. При этом нейтронные звезды, чья масса соответствует массе так называемой темной энергии, могли быть порождены и ускорены взрывами сверхновых в протогалактиках.

24.01-01.475 Формирование крупномасштабной ячеисто-сетчатой структуры вселенной в условиях давления межгалактической среды. *Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований.* 2019. 4, № 4, с. 23-25. Рус.

Показано, что гравитацию материи в объеме ячеек, формирующих ячеисто-сетчатую структуру Вселенной, уравновесит давление на короны галактик межгалактического газа плотностью $0,5$ критической с температурой $3 \cdot 10^8$ К, соответствующей энергии космического фонового рентгеновского излучения 30 кэВ в области максимума энергетического спектра. Плотность энергии такой среды $\sim 0,1$ эВ/см³ на порядок меньше, чем у галактических космических лучей ~ 1 эВ/см³. Давление межгалактической среды уравновесит гравитацию материи ячеек при наблюдаемом однородном крупномасштабном распределении материи в плоском евклидовом пространстве, к которому в малом масштабе сводима квазисферическая риманова (псевдориманова) Вселенная без границ. Адаптацию уравнений общей теории относительности к описанию квазисферического риманова пространства обеспечивает космологический Λ член.

24.01-01.476 Расширение войдов и их субструктур под давлением космических лучей, рассеиваемых магнитным полем гало (корон) галактик. *Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований.* 2021. 6, № 4, с. 15-30. Рус.

Показано, что гравитацию материи в войдах уравновесит давление на короны галактик в филаментах метагалактических космических лучей (КЛ) с плотностью энергии $\sim 0,1$ эВ/см³, которые может рассеивать магнитное поле корон галактик ~ 4 мкГс с плотностью энергии $\sim 0,3$ эВ/см³, образуемое релятивистскими объектами в двойных системах. Источником КЛ могут являться объекты с активными ядрами с энерговыделением в расчете на одну типичную галактику $\sim 5 \cdot 10^{43}$ эрг/с. Войды радиусом ~ 20 Мпк содержат ультрадиффузные галактики (УДГ) низкой поверхностной яркости, имеющие протяженное массивное темное гало. УДГ образуют в войдах сферические субструктуры радиусом ~ 2 Мпк. Субструктуры в войдах может формировать давление метагалактических КЛ, рассеиваемых магнитным полем гало УДГ радиусом ~ 100 кпк, сравнимым с радиусом корон галактик общей популяции.

24.01-01.477 Вклад нейтронных звезд в скрытую массу. *Поройков С.Ю. Журнал естественнонаучных исследований.* 2022. 7, № 1, с. 45-57. Рус.

Массовая доля нейтронных звезд оценена исходя из энергетического деления при ядерном синтезе железа из водорода в ядрах породивших их сверхгигантов, ионизовавших межзвездный водород согласно радиолению водорода в эпоху вторичного разогрева газа, определяемому $z \sim 17$. При таком красном смещении УФ излучение сверхгигантов, рассеянное межзвездной средой, а также их ИК-излучение на стадии красных сверхгигантов накладывается на наблюдаемые экстремумы спектра фонового космического излучения (ФКИ), что ограничивает долю нейтронных звезд $0,06 < \Omega_n \leq 0,07$. При этом спектр ФКИ в γ -диапазоне ограничивает обилие дейтерия, которое могло образоваться при аккреции на пульсары той эпохи $X \leq 10^{-4}$.

24.01-01.478 Образование дейтерия при аккреции на пульсары и γ -всплесках. Поройков С.Ю. *Журнал естественнонаучных исследований.* 2022. 7, № 2, с. 29-47. Рус.

Обсуждается возможность синтеза дейтерия при аккреции на пульсары с его последующим испарением из аккреционного диска в дисковом ветре. Также рассмотрен механизм генерации γ -всплесков за счет выброса нейтронов через разлом во внешней коре нейтронной звезды при звездотрясении, вызванном мощной нестационарной аккрецией. Показано, что в подвеем, наблюдаемый в спектрах γ -всплесков в области 400 кэВ, может вносить вклад комптоновское рассеяние γ -квантов в линии дейтерия 2,2 МэВ. Спектр рентгеновского фонового космического излучения в области 400 кэВ содержит перепад плотности энергии $\sim 10^{-5}$ эВ/см³, что ограничивает обилие дейтерия $D/H < 4 \cdot 10^{-5}$, образуемое γ -всплесками в эпоху разогрева газа в гало галактик $z < 1$.

24.01-01.479 Используемые в космологических моделях допущения и идеализации, ограничивающие описание удаленных областей Вселенной. Поройков С.Ю. *Журнал естественнонаучных исследований.* 2022. 7, № 3, с. 32-47. Рус.

Стандартная космологическая модель описывает наблюдаемую часть изотропной и однородной нестационарной Вселенной в сопутствующей системе отсчета, являющейся синхронной, что накладывает ограничения на описание удаленной области пространства, включая горизонт Вселенной, а также область за его пределами. Из-за невозможности описания всего многообразия событий закрытая космологическая модель использует модель пространства Римана, в которой диаметрально противоположные точки «отождествляются» и условно считаются одной точкой. Исходя из фактического характера симметрии пространства Римана, видимую часть Вселенной дополнит ненаблюдаемая область, зеркально-симметричная относительно ее горизонта. Гравитация материи в ненаблюдаемой области Вселенной компенсирует гравитацию в ее видимой части — однородной в крупном масштабе, так что Вселенная может расширяться под давлением среды в областях неоднородности — войдах.

24.01-01.480 Решающее правило, обеспечивающее требуемую вероятность выбора наиболее опасного космического объекта из множества наблюдаемых космическим аппаратом мониторинга околоземного космического пространства. Ключичин А.К. *Авиакосмическое приборостроение.* 2023, № 12, с. 29-38. Рус.

В околоземном космическом пространстве скопилось большое количество космических объектов искусственного происхождения, которые представляют угрозу космическим аппаратам. Для обнаружения наиболее опасных объектов планируется использовать специализированные космические аппараты, оснащенные оптико-электронными средствами. Возникла проблема выбора наиболее опасного объекта из множества наблюдаемых по результатам измерений характеризующих их неоднородных селективных признаков. Цель исследования состоит в формировании комплексного безразмерного показателя, зависящего от количества и качества измерительной информации о наблюдаемых космических объектах, и решающего правила выбора наиболее опасного объекта, обеспечивающего максимальную вероятность принятия правильного решения. Предложен метод выбора наиболее опасного космического объекта при ограниченных объемах измерительной информации о физически неоднородных селективных признаках космических объектов, находящихся в наблюдаемой специализированным космическим

аппаратом области. При этом измерительные данные об отдельных селективных признаках космических объектов могут отсутствовать. Предложенное решающее правило для выбора наиболее опасного космического объекта учитывает не только погрешности, но и количества измерений селективных признаков каждого объекта. На актуальном примере продемонстрирована работоспособность метода. Практическая значимость заключается в простоте определения комплексных показателей, характеризующих космические объекты, находящиеся в области наблюдения специализированного космического аппарата, и решающего правила выбора наиболее опасного объекта позволяет решать эту задачу на борту специализированного космического аппарата в реальном масштабе времени. Ключевые слова: наиболее опасный космический объект, селективные признаки, специализированный космический аппарат, наблюдение, комплексный показатель. DOI: 10.25791/aviakosmos.12.2023.1379.

24.01-01.481 Методика выбора высоты размещения многоспутниковой орбитальной группировки космической системы связи на основе минимизации затрат на выведение космических аппаратов. Абдурахимов А.А., Нечаев И.Ю. *Авиакосмическое приборостроение.* 2023, № 12, с. 39-47. Рус.

Описана методика выбора высоты орбиты малого космического аппарата в составе орбитальной группировки космической системы связи, соответствующей минимальным энергетическим затратам на выведение всех аппаратов группировки. Определена зависимость массы малого космического аппарата связи от высоты орбиты. Представлены результаты анализа влияния высоты орбиты малого космического аппарата на затраты ресурсов для компенсации аэродинамического сопротивления движению аппарата. Сформулированы рекомендации по выбору орбиты для космических систем с разным сроком активного функционирования аппаратов. Ключевые слова: орбитальная группировка, малый космический аппарат, космический аппарат связи, высота орбиты, полная механическая энергия, аэродинамическое сопротивление. DOI: 10.25791/aviakosmos.12.2023.1380.

24.01-01.482 Оценка выполнимости требований по угловой скорости малого космического аппарата с учётом температурного удара. Седельников А.В., Николаева А.С., Сердакова В.В. *Труды МАИ.* 2023, № 132, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=176836>. Рус.

Явление температурного удара возникает при перемещении космического аппарата из тени Земли на освещённые Солнцем участки орбиты и сопровождается появлением температурных деформаций больших упругих элементов космического аппарата. Эти деформации могут существенно влиять на движению космического аппарата, особенно когда речь идёт о малом космическом аппарате. Возмущения от температурного удара в некоторых случаях снижают качество выполнения целевых задач малым космическим аппаратом, например, качество снимков поверхности Земли. В работе получены зависимости возмущающих факторов от температурного удара. Оценены параметры движения малого космического аппарата, возникающие вследствие данных возмущений. Проведен анализ выполнения требований по обеспечению целевых значений угловой скорости малого космического аппарата дистанционного зондирования Земли типа ЕО-1. Результаты работы могут быть использованы при выполнении задач дистанционного зондирования Земли малым космическим аппаратом.

24.01-01.483 Амортизация спускаемых аппаратов при посадке на поверхности планет. Петров Ю.А., Брешев Е.Н., Сергеев Д.В. *Труды МАИ.* 2023, № 133, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=177654>. Рус.

Приведена методика расчета амортизации спускаемых аппаратов (СА) при посадке на поверхности планет и их спутников. Рассмотрена задача посадки СА на рыхлый и твердый грунт. В качестве энергопоглотителей рассмотрены упругопластические материалы, соты и пенопласты, которые одновременно являются теплозащитой СА. Приведены результаты расчета перегрузок и времени удара для разных типов СА, а также глубина внедрения СА при посадке на рыхлый грунт.

24.01-01.484 Исследование процесса раскрытия

трансформируемой зонтичной антенны космического аппарата ретранслятора с учетом колебаний механической системы. *Ляшевский А.В., Прокопенко Е.А., Гинзбург Т.В., Головчинская Н.В. Труды МАИ. 2023, № 133, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=177655>. Рус.*

Рассматриваются результаты численного моделирования процесса раскрытия трансформируемой зонтичной антенны космического аппарата — ретранслятора. Кинематическая схема конструкции антенны состоит из: спицы, зафиксированной шарнирно к неподвижному основанию; шатуна, соединенного шарнирно со спицей и ползуном и совершающих плоскопараллельное движение; ползуна, движущегося поступательно. Анализ результатов моделирования позволил выявить влияние характера инициализирующего усилия и используемых в конструкции материалов на конечную скорость, конечное ускорение, время раскрытия, потребное усилие инициализации, напряжение, амплитуду остаточных колебаний и их частоту, частоту и формы собственных колебаний элементов конструкции антенны космического аппарата.

24.01-01.485 Деформации вязкоупругого слоя Земли под действием сил притяжения Луны и Солнца. Мьо З.А. Труды МАИ. 2023, № 133, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=177657>. Рус.

Изучается задача о деформациях вязкоупругого слоя Земли под действием сил притяжения Луны и Солнца. Земля представляется как вязкоупругое твердое тело, состоящее из твердой части и вязкоупругой оболочки. На основе уравнений деформаций получены приближенные выражения для частот приливных деформаций.

24.01-01.486 Аналитическая модель определения параметров движения орбитального объекта по результатам его наблюдений с борта космического аппарата на основе нейронной сети. Анащенко В.М. Труды МАИ. 2023, № 133, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=177668>. Рус.

Представлена аналитическая модель определения параметров движения орбитального объекта (ОО) по результатам его наблюдений с борта космического аппарата (КА) на основе нейронной сети. Рассмотрено влияние структуры многослойной нейронной сети (НС) прямого распространения на точность определения параметров движения центра масс некооперируемого ОО по результатам измерений, проводимых с помощью оптической системы КА. Проведены исследования по определению зависимости точности решаемой задачи от изменения размеров НС как по числу внутренних слоёв, так и по числу нейронов в каждом слое.

24.01-01.487 Выбор параметров функционирования демонстрационной солнечной космической электростанции. Жашуев Р.М., Соколова Ю.В., Сысоев В.К., Юдин А.Д. Труды МАИ. 2023, № 133, с. <https://trudymai.ru/published.php?ID=177676>. Рус.

Анализируются необходимые параметры функционирования демонстрационной солнечной космической электростанции с лазерным каналом передачи энергии. Рассматриваются различные варианты орбит, мощности, диаметра зеркальной системы лазерного передатчика и циклограмма работ. Показано наличие технических решений современной оптико-электронной и ракетно-космической техники, которые могут быть использованы для создания солнечной космической электростанции.

24.01-01.488 Измерение энергетического распределения нановспышек малой мощности. Богачёв С.А., Ерхова Н.Ф. Солнечно-земная физика. 2023, 9, № 1, с. 3-9. Рус.

Предложен метод измерения энергетического распределения вспышек малой энергии (нановспышек) в области ниже 10^{23} эрг. В качестве примера измерен спектр нановспышек в области 10^{21} – 10^{26} эрг для двух участков спокойной короны Солнца, наблюдавшихся телескопом SDO/AIA в канале 171 Å в мае 2019 г. Показано, что спектр нановспышек является степенным в области энергий 10^{22} – 10^{26} эрг. Наклон спектра в этой области является постоянным, т. е. не зависит от энергии. Ниже 10^{22} эрг начинается завал спектра. Для энергий менее 10^{21}

эрг метод не дает статистически значимых результатов из-за высоких погрешностей. Результаты исследования указывают, что солнечные нановспышки могут быть обнаружены вплоть до энергий 10^{21} – 10^{22} эрг. Ранее сообщалось об измерениях спектра только в области 10^{23} эрг и выше. Полный поток энергии нановспышек в области выше 10^{22} эрг для исследованных участков короны составил $P \approx 2 \cdot 10^4$ эрг·см $^{-2}$ ·с $^{-1}$, что примерно в 15 раз меньше, чем требуется для полной компенсации тепловых потерь короны.

24.01-01.489 О проявлении коротирующих областей взаимодействия солнечного ветра в вариациях интенсивности ГКЛ. Крайнев М.Б., Калинин М.С., Вазилевская Г.А., Свиржевская А.К., Свиржевский Н.С., Луо С., Аслам О.П.М., Шен Ф., Нгобени М.Д., Подгитер М.С. Солнечно-земная физика. 2023, 9, № 1, с. 10-21. Рус.

Области взаимодействия разноскоростных потоков солнечного ветра, известные как коротирующие области взаимодействия, образуют практически постоянно существующую структуру внутренней гелиосферы. Рассмотрены данные наблюдений основных характеристик гелиосферы, важных для модуляции ГКЛ, и результаты трехмерного МГД-моделирования коротирующих областей взаимодействия солнечного ветра и моделирования методом Монте-Карло рекуррентных вариаций ГКЛ. Анализируются важность коротирующих областей взаимодействия для усредненных по долготу характеристик гелиосферы и распространения ГКЛ и возможные пути описания долговременных вариаций интенсивности ГКЛ с учетом коротирующих областей взаимодействия.

24.01-01.490 Об определении понятия альфвеновской моды в неоднородном магнитном поле. Климушкин Д.Ю., Магер П.Н. Солнечно-земная физика. 2023, 9, № 1, с. 33-36. Рус.

Заметка носит методический характер и посвящена определению понятия линейной альфвеновской моды. Существуют два определения — электродинамическое и гидродинамическое. В первом случае альфвеновской модой считается волна с потенциальным поперечным электрическим полем. Во втором случае с альфвеновской модой чаще идентифицируются волны, движение плазмы в которых носит чисто вихревой характер. Хотя эти определения эквивалентны в однородной плазме, при учете кривизны магнитного поля они несовместимы: если поперечное электрическое поле является чисто потенциальным, то у скорости движения плазмы имеется не только вихревая, но и потенциальная составляющая, и наоборот. Электродинамическое и гидродинамическое определения эквивалентны только в том случае, если у электрического поля волны полностью отсутствует компонента вдоль бинормали к внешнему магнитному.

24.01-01.491 Колебания геомагнитного поля в диапазоне 2.5–12 Гц в F-слое ионосферы по данным спутников SWARM. Ягова Н.В., Федоров Е.Н., Пилипенко В.А., Мазур Н.Г., Мартинес-Беденко В.А. Солнечно-земная физика. 2023, 9, № 1, с. 37-50. Рус.

Исследованы вариации геомагнитного поля диапазона 2.5–12 Гц в F-слое ионосферы выше максимума электронной концентрации по данным измерений на двух спутниках миссии SWARM. Для анализа использовались данные, полученные в условиях слабой и умеренной геомагнитной возмущенности в течение двенадцати дней в сентябре и декабре 2016 г. Для разделения пространственных неоднородностей и временных вариаций магнитного поля изучались временные формы сигналов и кроссспектры, в скользящем окне длительностью 2.56 с. На широтах вблизи и выше полярной границы аврорального овала, соответствующих входным слоям магнитосферы и области дневного полярного каспа/клефта, обнаружены максимумы вероятности появления колебаний и их спектральной плотности мощности. Типичные высокоширотные колебания представляют собой волновые пакеты длительностью 5–10 периодов, наблюдаемые с малой задержкой на спутниках, разнесенных на расстояние 40–100 км. Предположительно, эти колебания являются ионосферным проявлением электромагнитных ионо-циклотронных волн, которые генерируются во внеэкваториальных областях внешней магнитосферы вблизи полярно-

го каспа. Детально рассматриваются волновые формы и кросс-спектры колебаний для двух событий с отличающимися пространственными распределениями магнитного поля в ионосфере. Для условий в ионосфере, соответствующих событию 1 (17 сентября, геомагнитная широта 80° , послеполуночный сектор), в рамках модели о падения на ионосферу пучка альфвеновских волн конечного радиуса оценены пространственные распределения магнитного поля волны в ионосфере и на поверхности Земли.

24.01-01.492 Применение сверточных нейронных сетей для прогнозирования критической частоты f_0F_2 . Салимов Б.Г., Бернгардт О.И., Хмельнов А.Е., Ратовский К.Г., Кусонский О.А. *Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 1, с. 60-72. Рус.

Ионосфера оказывает важное влияние на качество работы средств радиосвязи, радиолокации и глобального позиционирования. Одной из важных характеристик, описывающих состояние ионосферы, является критическая частота f_0F_2 . Ее прогноз позволяет обеспечить режимы эффективной работы технических радиосредств, а также рассчитать поправки, необходимые для повышения точности их функционирования. Традиционно для прогноза f_0F_2 применяются различные физические и эмпирические модели. В данной работе предлагается эмпирическая методика прогноза, использующая методы машинного обучения и историю наблюдений. В ее основе лежит регрессионный подход к прогнозу по известной суточной квазипериодичности ионосферных параметров, связанной с солнечной освещенностью. Алгоритмически этот подход реализуется в виде сверточных нейронных сетей с двумерной сверткой. Исходные данные для анализа представляются в виде двумерных матриц солнечного времени — дата. Модель обучена на данных среднеширотного ионозонда в Иркутске (РФ) и протестирована на данных нескольких среднеширотных ионозондов: Арти (РФ), Варшава (Польша), Мохе (Китай). Показано, что основной вклад в прогнозное значение f_0F_2 вносят данные ближайших нескольких дней перед прогнозом, вклад остальных дней сильно убывает. Построенная модель обладает метриками качества прогноза f_0F_2 (коэффициент корреляции Пирсона 0.928, корень среднеквадратичной ошибки 0.598 МГц, средняя абсолютная ошибка в процентах 10.45%, коэффициент детерминации 0.861) и может быть применена для ее прогноза в средних широтах.

24.01-01.493 Эмпирическая модель электронной плотности спокойного дня в экваториальной F-области Индии. A quiet day empirical model of electron density in the Indian equatorial F-region. Чаттуа М., Вхуан Р., Вхуан К. *Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 1, с. 73-78. Англ.

We present a quiet day empirical model of electron density (N_e) for the Indian equatorial zone at an altitude of 500 km. The model is applicable to all levels of solar activity and is based on the observation that the electron density in the F-region of the Indian zone is correlated with the F10.7 cm solar flux at each local time and in every month. Using this characteristic, we describe the model for electron density. In this model, we have used the least square fit and the polynomial fit. The electron density measured by the Retarding Potential Analyzer (RPA) on board the SROSS C2 satellite from 1995 to 2000 and FORMOSAT-1 (ROCSAT-1) satellite, operated by the National Space Organization (NSPO, now the Taiwan Space Agency (TASA)) of the Republic of China (Taiwan), from 1999 to 2004 is used to derive the relationship between N_e and F10.7. The average altitudes of SROSS-C2 and FORMOSAT-1 are 500 km and 600 km respectively. Due to this height difference, the observed data obtained by FORMOSAT-1 is normalized to match the SROSSC2 data. The model is compared with the observations and is found to be in good agreement with them. It is applicable to quiet ($A_p < 15$) conditions and is limited to a fixed altitude of 500 km within the latitude range of 10°S to 10°N around the 75°E meridian.

24.01-01.494 Современные особенности температурно-влажностного режима тропосферы в Сибирском секторе в различные циркуляционные периоды. Белюсова Е.П., Латышева И.В., Лоценко К.А., Олемской С.В. *Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 1, с. 79-86. Рус.

Выполнено исследование многолетней динамики индексов аномальности температуры и относительной влажности воздуха в приземном слое и на разных уровнях тропосферы в Сибирском секторе и соседних с ним регионах (Европейский и Дальневосточный секторы). В качестве основной причины наблюдаемых вариаций климатических параметров рассмотрены циркуляционные факторы, которые учитывались с использованием типизации макроциркуляционных процессов, предложенной Б.Л. Дзержевским. Выявлены сезонные различия в распределении индексов аномальности и площади, занятой аномалиями разных знаков среднегодовых и среднемесячных значений температуры и относительной влажности воздуха, которые наиболее ярко проявляются в циркуляционные периоды увеличения продолжительности меридиональных северных процессов в Сибирском секторе и Северном полушарии в целом. Наибольшие скорости изменения температурного режима в Сибирском секторе в последние десятилетия отмечаются на уровне изобарической поверхности АТ—700 гПа (3 км), который оказывает влияние на адвективно-динамические факторы приземного цикла и фронтотенеза, а также на процессы формирования облачности и выпадения атмосферных осадков. В целом повышение теплосодержания нижней и средней тропосферы и уменьшение относительного влагосодержания вблизи тропопаузы могут способствовать увеличению запасов потенциальной энергии и энергии конвективной неустойчивости и привести к росту климатических рисков в Сибирском секторе.

24.01-01.495 Широтные распределения солнечных микровспышек и высокотемпературной плазмы в минимуме солнечной активности. Кириченко А.С., Лобода И.П., Рева А.А., Ульянов А.С., Богачев С.А. *Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 5-11. Рус.

Проанализировано распределение по широте высокотемпературной плазмы ($T > 4$ МК) и рентгеновских микровспышек на солнечном диске в период низкой активности Солнца в 2009 г. Распределение микровспышек классов А0.1—А1.0 содержит пояса, характерные для обычных вспышек класса В и выше. Всего нами зарегистрировано 526 микровспышек, большинство из которых, около 96%, наблюдалось на высоких широтах. Около 4% микровспышек было обнаружено около экватора. Мы полагаем, что они сформированы остаточным магнитным полем предыдущего, 23-го цикла активности. Обычные вспышки класса В и выше в этот период около экватора почти не наблюдались. Число микровспышек в южном полушарии в этот период было незначительно выше, чем в северном. Это отличается от распределения обычных вспышек, для которых ранее сообщалось о доминировании северного полушария по числу вспышек.

24.01-01.496 Линии Ca II в спокойной области на Солнце. I. Динамические процессы в солнечной атмосфере. Турова И.П., Григорьева С.А., Ожогина О.А. *Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 12-25. Рус.

Исследовались колебательные процессы в спокойном Солнце вне корональной дыры на разных уровнях солнечной хромосферы. Использованы спектроскопические наблюдения линий ионизованного кальция (К, H и 849.8 нм), полученные на Автоматизированном солнечном телескопе (АСТ) Саянской солнечной обсерватории. Был проведен спектральный анализ временных серий для ряда параметров линий. Выполнено сравнение результатов, полученных в данной работе, с результатами нашего исследования колебательных процессов в спокойных областях, находящихся в основании корональной дыры. Показано, что мощность колебаний выше в области спокойного Солнца вне корональной дыры. При этом имеется общая для исследованных областей тенденция уменьшения мощности колебаний с высотой для всех диапазонов частот, кроме низкочастотного, в большинстве хромосферных структур. В структурах с пониженным магнитным полем наблюдается рост мощности с высотой до высот нижней хромосферы с некоторым уменьшением ее к верхней хромосфере.

24.01-01.497 Локальная диагностика наличия полярных сияний на основе интеллектуального анализа геомагнитных данных. Воробьев А.В., Соловьев А.А., Филипенко В.А., Воробьева Г.Р., Гайнетдинова А.А., Лапин А.Н., Белаховский В.Б., Ролду-

гин А.В. *Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 26-34. Рус.

Несмотря на существующее разнообразие подходов к мониторингу космической погоды и геофизических параметров в области аврорального овала, вопрос эффективного прогнозирования и диагностирования полярных сияний как особого состояния верхней ионосферы на высоких широтах остается практически открытым. В работе исследуется и анализируется возможность локальной диагностики наличия сияний на основе интеллектуального анализа геомагнитных данных наземных источников. Оценивается значимость признаков переменных и их статистические взаимосвязи. Так, например, применение байесовского вывода к данным геофизической станции «Ловозеро» за 2012–2020 гг. показало, что зависимость апостериорной вероятности наблюдения сияний в оптическом диапазоне от геомагнитных параметров имеет логарифмический характер, а степень значимости признака обратно пропорциональна невязке между эмпирическими данными и аппроксимирующей функцией. Точность реализованного на основе метода случайного леса подхода к диагностике наличия полярных сияний составляет не менее 86% при использовании нескольких локальных предикторов и ~80% при использовании нескольких глобальных индексов геомагнитной активности, характеризующих возмущенность геомагнитного поля в авроральной зоне. В заключении рассматриваются перспективные пути улучшения метрик качества диагностических моделей.

24.01-01.498 Различия в реакции на CME и CIR драйверы геомагнитных возмущений. Differences in the response to CME and CIR drivers of geomagnetic disturbances. *Namun B., Tsegmed B., Li L.Y., Leghari G.M. Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 35-40. Англ.

Используя 1-минутные данные геомагнитных индексов SYM-H, AE, параметров солнечного ветра (скорость V_{sw} и плотность N_p и z -компоненту B_z межпланетного магнитного поля (ММП)) во время 23-го и 24-го циклов солнечной активности, мы статистически проанализировали корреляции между геомагнитной активностью (бури и суббури), V_{sw} , N_p , B_z и функциями передачи энергии из солнечного ветра в магнитосферу Земли. Для выбранной 131 бури, вызванной KBM, SYM-H имеет более сильную зависимость от V_{sw} и B , чем другие параметры, тогда как выбранная 161 буря, вызванная CIR, имеет почти такие же зависимости от электрического поля солнечного ветра, скорости открытого магнитного потока $d\varphi/dt$ и электрического поля пересоединения E_{KL} . Таким образом, электрическое поле солнечного ветра и дневное магнитное пересоединение, возможно, вносят разный вклад бури двух типов. Во время бурь различных типов интенсивность суббури AE зависит в основном от B_z ММП, скорости открытого магнитного потока и электрического поля пересоединения.

24.01-01.499 Связанные с осадками события возрастания электромагнитной компоненты вторичных космических лучей: спектральные измерения и анализ. Балабин Ю.В., Германенко А.В., Гвоздевский Б.В., Маурчев Е.А., Мизалко Е.А. *Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 41-51. Рус.

Представлены результаты измерений дифференциальных спектров электромагнитного излучения в диапазоне 0.1–4 МэВ, возникающего в атмосфере как компонента вторичных космических лучей. Мониторинг спектров выполнялся в 2022–2023 гг. с помощью спектрометра на основе кристалла NaI(Tl). Основной целью измерений являлось определение спектральных характеристики электромагнитного излучения во время событий возрастания, когда поток электромагнитного излучения из атмосферы увеличивается на десятки процентов по отношению к среднему уровню. На основе тщательного анализа спектров многих десятков событий делается вывод: хотя линии естественных радионуклидов присутствуют в спектрах и вносят свою долю, их суммарный вклад в события возрастания составляет ~0.1 от полной энергии, привнесенной при возрастании. Делается однозначный вывод, что эффект возрастания электромагнитного излучения при осадках не обусловлен наличием радионуклидов в осадках.

24.01-01.500 Влияние солнечных вспышек 5–12 сентября 2017 г. на региональную возмущенность ионосферы

Земли по данным ГНСС-станций, расположенных в Приволжском федеральном округе Российской Федерации. *Мажимов Д.С., Когогин Д.А., Насыров И.А., Захретдинов Р.В. Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 52-59. Рус.

Представлены результаты оценки влияния солнечных вспышек 5–12 сентября 2017 г. на региональную возмущенность ионосферы Земли по данным распределенной сети ГНСС-станций, большая часть которых расположена в Приволжском федеральном округе Российской Федерации (ПФО РФ). С помощью разработанного нами программного комплекса обработаны ГНСС-данные анализировались регистрируемые мощности сигнала, суточные двухчастотные фазовые измерения, проводился расчет полного электронного содержания и картирование этих данных. Результаты проведенного исследования показали, что медианное значение вариаций полного электронного содержания, рассчитанное по региону ПФО РФ, увеличилось до 0.25 и 0.6 TECU во время мощных солнечных вспышек X2.2 и X9.3 6 сентября соответственно, когда рассматриваемый регион, расположенный в пределах 40–55°E, был освещен Солнцем. Продолжительные магнитные бури 8 сентября привели также к ощутимым возмущениям в ионосфере, достигавшим 0.2 TECU. В то же время, ни солнечные вспышки, ни следовавшие за ними магнитные бури не оказали заметного влияния на мощностные характеристики регистрируемых сигналов навигационных спутников в ПФО РФ. Медианное отношение значения несущей навигационного сигнала к шуму, рассчитанное для рассматриваемой области, за все время наблюдения варьировалось в пределах 47–53 дБГц и 38–49 дБГц для частот L1 и L2 соответственно без каких-либо резких градиентов, что характерно для невозмущенной ионосферы.

24.01-01.501 Температурный эффект мюонов, регистрируемых под землей в Якутске с помощью телескопов на газоразрядных счетчиках. *Ячучковский В.Л. Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 60-70. Рус.

Якутский спектрограф космических лучей включает комплекс мюонных телескопов на газоразрядных и сцинтилляционных счетчиках, расположенных на поверхности земли и под землей на глубинах 7, 20 и 40 м водного эквивалента. По данным непрерывных наблюдений с помощью мюонных телескопов на газоразрядных счетчиках и высотным профилям температуры атмосферы над Якутском за период с января 2016 г. по декабрь 2018 г. рассчитаны распределения плотности температурных коэффициентов для мюонов, регистрируемых на поверхности и на различных глубинах под землей. При этом были использованы методы многофакторной регрессии и главных компонент. Полученные результаты сопоставлены с результатами теоретических расчетов, выполненных ранее. Использование полученных результатов позволяет корректно учитывать температурный эффект в данных комплекса мюонных телескопов на газоразрядных счетчиках.

24.01-01.502 Спокойная корона Солнца: ежедневные изображения на длинах волн 8.8–10.7 см. *Алтынцев А.Т., Глоба М.В., Мешалкина Н.С. Солнечно-земная физика*. 2023. 9, № 2, с. 71-77. Рус.

Обсуждаются результаты тестовых испытаний решетки диапазона 3–6 ГГц Сибирского радиогелиографа (СРГ). Проверен метод калибровки яркостных температур изображений с помощью известных в литературе измерений яркостной температуры спокойного Солнца в минимуме между 20 и 21 циклами солнечной активности. Полученные зависимости от времени интегрального потока Солнца на 2.8 ГГц подобны измеренным в обсерватории Dominion Radio Astrophysical Observatory (DRAO), однако абсолютные значения потоков СРГ занижены относительно потоков DRAO на 10–15%. Спектральная плотность микроволнового потока Солнца на частоте 2.8 ГГц, так называемый индекс F10.7, является одним из основных индексов солнечной активности, используемых в качестве входных параметров в моделях ионосферы Земли. В работе рассмотрена связь величин полных потоков радиоизлучения с изменениями структуры источников на диске Солнца в течение интервала длительностью 50 дней. В период ежедневных наблюдений с 1 сентября по 20 октября 2021 г. количество активных областей на диске менялось в несколько раз, а величина интегральной

плотности потока на частоте 2.8 ГГц — до 1.5 раз. В работе определены относительные вклады в интегральный поток тормозного излучения прилиम्бовых уярчений и факельных площадок, а также магнитотормозного излучения в магнитных полях активных областей. Проведено сравнение измеренных яркостных температур радиокарт СРГ с модельными, рассчитанными по данным наблюдений крайнего ультрафиолетового излучения (КУФ-излучения) на телескопе AIA/SDO. Результаты анализа могут быть использованы для организации на СРГ регулярных измерений скорректированного прокси-индекса солнечной активности $F10.7$, в котором исключен вклад гирорезонансного излучения.

24.01-01.503 Флуктуации космических лучей и МГД-волны в солнечном ветре. Стародубцев С.А., Зверев А.С., Гололобов П.Ю., Григорьев В.Г. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 2, с. 78-85. Рус.

Во время крупномасштабных возмущений солнечного ветра часто наблюдаются вариации галактических космических лучей с периодами от нескольких минут до 2–3 ч, которые в научной литературе называются «флуктуации космических лучей» и которые в отсутствие возмущений не наблюдаются. Поскольку космические лучи являются заряженными частицами, то их модуляция в гелиосфере происходит под воздействием главным образом межпланетного магнитного поля, точнее его турбулентной части — МГД-волн. Для корректного описания связи их спектров флуктуаций нужно уметь выделять из данных прямых измерений параметров межпланетной среды определенный тип МГД-волн. В данной работе мы рассматриваем некоторые методы для определения вклада в наблюдаемые спектры мощности флуктуаций модуля межпланетного магнитного поля трех ветвей МГД-турбулентности солнечного ветра, а именно альфвеновской, быстрой и медленной магнитозвуковых волн, соответствующих частотам инерционного участка спектра турбулентности $10^{-4} < \gamma < 10^{-1}$ Гц, на которых наблюдаются флуктуации КЛ. Для этого мы применяем методы спектрального и поляризационного анализа. При отсутствии данных измерений параметров СВ для идентификации типа МГД-турбулентности мы используем известные свойства поляризации волн, а именно то, что альфвеновские и магнитозвуковые волны имеют различные плоскости поляризации относительно плоскости, содержащей средний вектор ММП B_0 и волновой вектор k . Полученные нами результаты показывают, что при корректном определении спектров трех типов МГД-волн их сумма в пределах ошибок хорошо совпадает с наблюдаемыми спектрами модуля ММП, а небольшая разница может быть отнесена на счет вмерзанных в плазму статических неоднородностей и колебаний, а также различных разрывов, которые всегда присутствуют в солнечном ветре.

24.01-01.504 Изменения жесткостей обрезания космических лучей во время бури 8–11 марта 2012 г. в период CAWSES-II. Данилова О.А., Птицына Н.Г., Тясто М.И., Сдобнов В.Е. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 2, с. 86-93. Рус.

Жесткости геомагнитного обрезания космических лучей (КЛ) являются основным фактором, регулирующим приход частиц в данную точку на земной поверхности или внутри магнитосферы. Для изучения связи жесткостей геомагнитного обрезания (геомагнитных порогов) и параметров околоземного пространства выбрана наиболее сильная магнитная буря 8–11 марта 2012 г., которая наблюдалась в интервале CAWSES-II, рекомендованном SCOSTEP для детальных исследований солнечно-земных связей. Геомагнитные пороги были рассчитаны двумя способами: 1) методом траекторных расчетов в магнитном поле возмущенной магнитосферы Цыганенко по модели T_01 ; 2) методом спектрографической глобальной съемки по данным мировой сети нейтронных мониторов. Максимальное уменьшение жесткостей геомагнитного обрезания (—1.1 ГВ), полученных вторым методом, наблюдается на восстановительной фазе бури. По-видимому, это связано с влиянием суперсуббурь, которые развивались в это время. Анализ показал, что наиболее сильная связь вариаций жесткости геомагнитного обрезания прослеживается с D_{st} -индексом геомагнитной активности, что свидетельствует об определяющем вкладе кольцевого тока в перенос КЛ. Кроме того, найдена суще-

ственная связь с параметрами электромагнитного поля (с B_z -компонентой межпланетного магнитного поля и азимутальной компонентой электрического поля E_y). Динамические параметры солнечного ветра практически не контролируют вариации жесткостей геомагнитного обрезания КЛ.

24.01-01.505 Особенности динамики параметров среды и плотности космических лучей в сильных форбуш-понижениях, связанных с магнитными облаками. Петухова А.С., Петухов И.С., Петухов С.И., Готовцев И.С. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 2, с. 94-100. Рус.

Диффузионный и электромагнитный механизмы определяют формирование спорадических форбуш-понижений (ФР). Диффузионный механизм влияет на амплитуду ФР (A_{FR}) в турбулентном слое и части коронального выброса массы (КВМ), предшествующей магнитному облаку, и его эффективность зависит от уровня турбулентности магнитного поля. Электромагнитный механизм работает в магнитном облаке, и его эффективность зависит от напряженности регулярных магнитных и электрических полей. Мы анализируем параметры солнечного ветра и характеристики космических лучей, применяя метод наложенных эпох. В 1996–2006 гг. было зарегистрировано 23 сильных ФР ($A_{FR} > 5\%$). Средняя амплитуда 7% в равной степени формируется обоими механизмами. События можно разделить на две группы в зависимости от вклада механизмов в амплитуду ФР. Группа 1 включает самые сильные ФР ($A_{FR1} = 8.5\%$), образованные как диффузионным, так и электромагнитным механизмами: диффузионный механизм отвечает за $0.26 A_{FR1}$, а электромагнитный — за $0.74 A_{FR1}$. В группе 2 амплитуда A_{FR2} составляет 5.7%, причем диффузионный механизм формирует $0.79 A_{FR2}$, а электромагнитный — $0.21 A_{FR2}$. Пространственные распределения средних значений параметров среды в области возмущений в группах 1 и 2 различаются. Это различие может быть объяснено тем фактом, что ФР в группах 1 и 2 формируются в центральной и периферийной частях КВМ соответственно.

24.01-01.506 Спектральные характеристики плазменных волн ионосферы при возбуждении мощными КВ-радиоволнами на частотах излучения вблизи гирогармоник электронов и критической частоты слоя F2. Борисова Т.Д., Благовещенская Н.Ф., Калинин А.С. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 2, с. 101-110. Рус.

Представлены результаты исследований характеристик продольных плазменных волн (ленгмюровских и ионно-акустических) высокоширотной F-области ионосферы, вызванных воздействием мощных КВ-радиоволн обыкновенной (O-мода) или необыкновенной (X-мода) поляризации КВ нагревного стэнда EISCAT/Heating (Тромсе, Норвегия). Мощные КВ-радиоволны 20 октября 2012 г. и 26 февраля 2013 г. излучались в направлении магнитного зенита при ступенчатом изменении эффективной мощности излучения (ERP). Частота излучения комплекса f_H 26 февраля 2013 г. была близка критической частоте f_oF2 слоя F2, ($f_H/f_oF2 \sim 1$) и превышала частоту гирорезонанса электронов $f_H > 5f_{ce}$. Для f 20 октября 2012 г. выполнялись условия $f_H/f_oF2 \sim 0.85-0.95$ и $f_H < 6f_{ce}$. Анализ данных измерений EISCAT радара некогерентного рассеяния радиоволн (НР) на частоте 930 МГц, пространственно-совмещенного с нагревным стэндом для условий излучения $ERP < 200$ МВт, показал, что возбуждение параметрических распадных неустойчивостей происходит на высотах в ионосфере, где наблюдается близость частоты накачки и плазменной ленгмюровской частоты $f_H \approx f_{PL}$. Исследованы особенности возбуждения распадных параметрических неустойчивостей в зависимости от высоты, поляризации волны накачки и соотношений между f_H и f_oF2 , а также f_H и $n f_{ce}$.

24.01-01.507 Электрический потенциал ионосферы — альтернативный индикатор солнечного воздействия на нижнюю атмосферу. Караванян А.А., Молодых С.И. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 2, с. 111-115. Рус.

Изучена возможность использования электрического потенциала (ЭП) ионосферы в качестве параметра, характеризующего влияние солнечной активности на нижнюю атмосферу.

ЭП рассчитывался на основе полуэмпирической модели, в которой пространственное распределение потенциала определяется вариациями параметров солнечного ветра, межпланетного магнитного поля, а также AL-индексом геомагнитной активности. Проведен сравнительный анализ ЭП и обычно используемых индексов геомагнитной активности в высокоширотной области за период с 1975 по 2019 г. Показано, что ЭП можно использовать в качестве индикатора солнечной активности, поскольку он описывает как короткопериодические возмущения, так и долговременные вариации. Обнаруженная синхронность долговременных вариаций ЭП и приповерхностной температуры позволяет предположить, что изменения параметров климатической системы связаны с более медленными изменениями крупномасштабного магнитного поля Солнца. Корреляционный анализ пространственного распределения ЭП и карт приповерхностной температуры позволил обнаружить, что условия статической устойчивости атмосферы оказывают влияние на пространственное распределение тропосферного отклика на солнечное воздействие.

24.01-01.508 25-й цикл солнечной активности: первые три года. Язев С.А., Исаева Е.С., Хос-Эрдэнэ Б. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 3, с. 5–11. Рус.

Выполнен анализ особенностей текущего 25-го цикла солнечной активности на протяжении первых трех лет развития (2020–2022 гг.). Показано, что по сравнению с предыдущим 24-м циклом текущий превышает его по количеству групп пятен (в 1.5 раза), числу вспышек (в 1.8 раза), суммарному вспышечному индексу (в 1.5 раза). Выявлены различия в распределениях групп пятен в 24-м и 25-м циклах по максимальной достигаемой площади (м.д.п.). Показано, что в 25-м цикле наиболее значимо превышение числа групп пятен с площадями до 30 м.д.п. (1 м.д.п. = $3.04 \cdot 10^6$ км²), а также в интервале от 570 до 1000 м.д.п. В отличие от 24-го цикла, степень северо-южной асимметрии в 25-м цикле существенно понижена. Это позволяет прогнозировать повышенную высоту 25-го цикла (на 20–50%) в соответствии с правилом Гневышева—Оля, а также возможный одновершинный характер цикла.

24.01-01.509 Роль альфа-частиц в проникновении диамагнитных структур солнечного ветра внутрь магнитосферы. Еселевич В.Г., Пархомов В.А. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 3, с. 12–23. Рус.

Приводятся результаты исследований, показывающие наличие одновременных скачков концентрации протонов (N_2/N_1)_p и альфа-частиц (N_2/N_1)_α на границах диамагнитных структур (ДС) различных масштабов как в квазистационарном медленном, так и в спорадическом солнечном ветре (СВ). Для ДС квазистационарного медленного СВ, связанного с поясом или цепочками стримеров, в рамках рассмотренной в статье статистики имеет место единая линейная зависимость (N_2/N_1)_α от (N_2/N_1)_p. Это означает, что скачки концентрации протонов и альфа-частиц имеют единую физическую природу и обуславливаются диамагнетизмом на границе ДС квазистационарных потоков СВ различных типов. На фронте межпланетных ударных волн (МУВ) скачок (N_2/N_1)_α примерно в два раза превышает скачок (N_2/N_1)_p, что отражает особенности коллективного бесстолкновительного нагрева плазмы во фронтах МУВ и требует дальнейших дополнительных исследований. Максимальное превышение (почти в три раза) относительным возращанием концентрации альфа-частиц (N_2/N_1)_α относительного возрастания концентрации протонов (N_2/N_1)_p наблюдается в eruptивных протуберанцах. Отклик в таких явлениях, как полярные сияния, потоки протонов и альфа-частиц, геомагнитное поле, геомагнитные пульсации, подобен при воздействии на магнитосферу ДС различной природы и МУВ, например зарегистрированной 23.04.2002 на расстоянии 1 а.е. от центра Солнца. Обнаруженные особенности магнитосферного отклика на контакт с ДС различной природы и МУВ можно интерпретировать как импульсное прохождение вещества ДС (плазмоида) в магнитосферу. Результаты исследований скачков (N_2/N_1)_α могут быть использованы как дополнительный аргумент при идентификации случаев импульсного проникновения ДС внутрь магнитосферы и при исследовании физической природы этих проникновений.

24.01-01.510 Мониторинг параметров магнитосферы

по эффектам в космических лучах в августе 2018 г. Ковалев И.И., Олемской С.В., Сдобнов В.Е. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 3, с. 24–27. Рус.

По данным наземных измерений космических лучей на мировой сети нейтронных мониторов с привлечением данных (без исправления на температурный эффект) комплекса мюонных телескопов в Якутске и мюонного годоскопа УРАГАН (Москва) модифицированным методом спектрографической глобальной съемки в период геомагнитных возмущений в августе 2018 г. произведено разделение вариаций космических лучей на составляющие межпланетного, магнитосферного и атмосферного происхождения. Получены временные вариации потока первичных частиц и пичч-угловой анизотропии космических лучей с жесткостью 4 ГВ, ориентации межпланетного магнитного поля, приведены изменения жесткости геомагнитного обрезания в Иркутске. На основе полученных данных по изменениям планетарной системы жесткостей геомагнитного обрезания в рамках простейшей осесимметричной модели ограниченной магнитосферы рассчитаны некоторые параметры магнитосферных токовых систем, а именно радиусы кольцевого тока и токов на магнитопаузе и D_{st} -индекс.

24.01-01.511 Парциальные пондеромоторные силы волн Альфвена в околосферной плазме. Гульельми А.В., Фейгин Ф.З. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 3, с. 28–32. Рус.

При исследовании пондеромоторного воздействия волн Альфвена на околосферную плазму ранее использовалась общая формула для пондеромоторных сил, известная в классической электродинамике сплошных сред. Формула в явном виде не учитывает многоионного состава плазмы. Под действием волн были обнаружены заметные изменения макроскопических параметров — плотности и скорости плазмы. Плазма в магнитосфере Земли содержит ионы с различным отношением заряда к массе. Кроме ионов водорода и гелия, плазма содержит примеси ионов кислорода ионосферного происхождения, а также других тяжелых ионов. В этой связи возникает широкий круг задач о пондеромоторной сепарации ионов различных сортов. Для решения задач такого рода предлагается использовать парциальные пондеромоторные силы и описывать плазму не гидродинамическими, а квазигидродинамическими уравнениями. В статье рассмотрен вывод выражений для парциальных сил в случае бегущей монохроматической волны Альфвена, а также указан способ получения более общих формул путем разложения классической формулы, известной в макроскопической электродинамике, на сумму парциальных сил. Пондеромоторная сепарация ионов проиллюстрирована на примере задачи о диффузионном равновесии магнитосферной плазмы. Предложена гипотеза о том, что волны Альфвена перераспределяют плазму вдоль геомагнитных силовых линий таким образом, что плазма в минимумах магнитного поля характеризуется повышенным содержанием тяжелых ионов. Высказано предположение о существовании в потоке полярного ветра струйных течений с малой примесью тяжелых ионов. Статья посвящена 80-летию открытия волн Альфвена.

24.01-01.512 Влияние сильных солнечных протонных событий на распространение радиосигналов в диапазоне ОНЧ в области высоких широт. Агметов О.И., Мингалев И.В., Мингалев О.В., Белажовский В.В., Маурчев Е.А., Ларченко А.В., Суворова З.В., Балабин Ю.В. *Солнечно-земная физика.* 2023. 9, № 3, с. 33–46. Рус.

Методами вычислительного эксперимента исследованы особенности распространения сигналов радиотехнической системы дальней навигации РСДН-20 в высокоширотном участке волновода Земля—ионосфера во время солнечных протонных событий. В работе рассмотрены два протонных события GLE (Ground Level Enhancement) — 13 декабря 2006 г. (GLE70) и 10 сентября 2017 г. (GLE72). Профили концентрации электронов строились по моделям GDMI (Global Dynamic Model of Ionosphere) и RUSCOSMICS, разработанной в Полярном геофизическом институте. Приведены оценки изменений фазы и амплитуды сигналов РСДН-20 во время высыпаний высокоэнергичных протонов в высокоширотной области волновода Земля—ионосфера. По результатам вычислительных экспериментов и анализа затухания электромагнитного сигнала на ос-

нове аналитических решений уравнений Максвелла в замагниченной ионосферной плазме обнаружена закономерность в частотной зависимости затухания сигнала, связанная одновременно с высотой отражения сигнала, профилями электронной концентрации и частотой столкновений электронов с нейтральными частицами и с ионами. Обсуждаются ограничения метод вычислительного эксперимента, приведено сравнение результатов моделирования с данными обсерваторий ПГИ «Ловозеро» и «Туллома».

24.01-01.513 Спектральный анализ излучения ИАР для определения величины и изменчивости максимума электронной концентрации N_mF2 . *Потапов А.С., Полтошкина Т.Н., Гульельми А.В., Ратовский К.Г., Москалев И.С. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 47-57. Рус.*

Эта методическая статья рассматривает возможность оценки в разных условиях максимума электронной концентрации области F2 ионосферы (N_mF2) по данным о частоте спектральных полос (гармоник) излучения ионосферного альфвеновского резонатора (ИАР). Описана простая методика отслеживания частоты спектральных полос в течение суток по измерению их положения на графике суточного динамического спектра ИАР. С привлечением расчетов в рамках глобальной ионосферной модели IRI-2016 проверена корректность сравнения измеренных в одной точке частот резонансных полос с данными радиозондирования, выполнявшегося в других точках, удаленных от пунктов измерения частот ИАР на некоторое расстояние. Предложен алгоритм сравнения измеряемой радиозондом N_mF2 с частотами спектральных линий путем предварительного вычисления оценочного фактора. Он формируется на основе нелинейной комбинации частот трех наблюдаемых гармоник. Затем временной ряд этого фактора сравнивается с результатами радиозондирования, вычисляются коэффициенты корреляции и регрессии и подсчитываются ошибки оценок. На материале редких случаев круглосуточного наблюдения излучения ИАР в зимние месяцы 2011—2012 гг. была прослежена зависимость средней ошибки определения N_mF2 от местного времени. Приведены данные о наиболее благоприятных интервалах местного времени для определения N_mF2 по данным о частотах гармоник ИАР в зависимости от сезона. Обсуждаются некоторые дополнительные факторы, влияющие на точность оценок и определяющие частотный диапазон излучения ИАР.

24.01-01.514 Влияние геомагнитных возмущений на скинтилляцию сигналов спутников ГЛОНАСС и GPS по данным наблюдений на Кольском полуострове. *Белавоский В.В., Будников П.А., Калишин А.С., Пильгаев С.В., Ролдугин А.В. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 58-72. Рус.*

Проведено сравнение влияния геомагнитных возмущений во время магнитных бурь различных типов (СМЕ и CIR) и во время изолированной суббури на скинтилляцию сигналов спутников ГЛОНАСС и GPS с использованием приемника Septentrio PolaRx5, установленного в г. Апатиты (Мурманская область, Россия). Проанализированы данные наблюдений за 2021 г. Детально рассмотрены магнитные бури 3—4 ноября 2021 г. и 11—12 октября 2021 г. Магнитная буря 3—4 ноября 2021 г. была одной из наиболее мощных за последние годы. Анализ показывает, что наибольших значений фазовый индекс скинтилляций достигает во время ночных и вечерних суббурь ($\sigma_f \approx 1.5-1.8$), сопровождающихся отрицательной бухтой в магнитном поле. Однако во время магнитных бурь положительные бухты в магнитном поле, связанные с усилением восточного электродрейфа, приводят к вполне сопоставимым значениям σ_f . Рост фазовых скинтилляций во время ночных и вечерних возмущений коррелирует с ростом интенсивности УНЧ-волн (P3/Pc5 пульсации) и появлением дуг полярных сияний. Это подтверждает важную роль УНЧ-волн в формировании авроральной дуги и развитии ионосферных неоднородностей. Преобладание зеленой линии в спектре полярных сияний говорит о вкладе возмущений в Е-слое ионосферы в рост фазовых скинтилляций. Пульсирующие полярные сияния, связанные с ионосферными возмущениями в D-слое, не сопровождаются заметным ростом фазовых скинтилляций. Анализ критических частот ионосферы по данным ионозонда на гидрометеорологической станции «Ловозеро» го-

ворит о формировании спорадического Es-слоя ионосферы во время роста фазовых скинтилляций. Разница в значении фазовых скинтилляций на спутниках ГЛОНАСС и GPS в период отдельных возмущений может достигать 1.5 раз, что может быть связано с различными орбитами спутников. При этом уровень ГЛОНАСС/GPS-скинтилляций на частоте L2 выше, чем на частоте L1. Увеличения амплитудного индекса скинтилляций во время рассматриваемых событий не обнаружено.

24.01-01.515 Эффект гистерезиса между индексом геомагнитной активности (A_p , D_{st}) и параметрами межпланетной среды В 21—24 циклах солнечной активности. *Куражковская Н.А., Куражковский А.Ю. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 73-82. Рус.*

Исследована связь индексов геомагнитной активности A_p и D_{st} на интервалах времени, равных солнечным циклам (~ 11 лет), с индикаторами солнечной активности и параметрами геосферы. Показано, что кривые зависимости A_p и D_{st} от индикаторов солнечной активности, а также от параметров геосферы, т. е. параметров солнечного ветра и межпланетного магнитного поля, на восходящей и нисходящей ветвях 21—24-го циклов солнечной активности не совпадают, что является признаком гистерезиса. Индексы A_p и D_{st} формируют петли гистерезиса со всеми анализируемыми параметрами в 21—24-м циклах. Форма и площадь петель гистерезиса, а также направление вращения в них по часовой стрелке или против часовой стрелки существенно зависят от индикаторов солнечной активности, геосферных параметров и изменяются от цикла к циклу. Обнаружена тенденция уменьшения протяженности и площади петель гистерезиса от 21-го к 24-му циклу. Анализ изменчивости формы и размера петель гистерезиса, образуемых индексами A_p и D_{st} с индикаторами солнечной активности и параметрами геосферы, дает основания полагать, что петли отражают долговременную эволюцию потока энергии солнечного ветра, определяющего глобальную геомагнитную активность и интенсивность магнитосферного кольцевого тока на восходящей и нисходящей.

24.01-01.516 Ретроспективный анализ многолетних региональных особенностей динамического режима ионосферы над югом Восточной Сибири. *Хабитуев Д.С., Черниговская М.А. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 83-92. Рус.*

Выполнен статистический анализ массива архивных экспериментальных данных о динамическом режиме ионосферы над Иркутском, полученных в 1958—1982 гг. радиофизическим методом разнесенного приема с малой базой отраженного от ионосферы радиосигнала при вертикальном наземном радиозондировании. Получены статистические многолетние характеристики дрейфа неоднородностей ионизации над регионом юга Восточной Сибири. Подтверждены явные различия в характере динамического режима нижней и верхней ионосферы. Показано, что движение ионизации в зональном направлении более регулярно, чем меридиональный дрейф. Определены характерные сезонные особенности вариаций величин и направлений горизонтальных дрейфовых движений на высотах областей E и F ионосферы. Для нижней ионосферы характерна высокая изменчивость и сезонные вариации скоростей движений. Зимой зональная компонента скорости горизонтального дрейфа ионизации направлена на запад, летом — на восток. На высотах верхней ионосферы динамический режим более регулярен. Наблюдается преобладающее зональное направление движения неоднородностей ионизации на запад для всех сезонов (высоты более 230 км). Меридиональная компонента скорости горизонтального дрейфа преимущественно имеет направление на юг. Таким образом, горизонтальный дрейф неоднородностей плазмы на высотах верхней ионосферы в целом направлен на юго-запад с преобладанием зонального направления.

24.01-01.517 База данных геоиндуцированных токов в магистральной электрической сети «Северный транзит». *Селиванов В.Н., Аксенович Т.В., Билин В.А., Колобов В.В., Сахаров Я.А. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 100-110. Рус.*

Создана и размещена в открытом доступе база данных, содержащая результаты измерений геоиндуцированных токов (ГИТ)

за период 2011—2022 гг. в нейтралях трансформаторов на трех электрических подстанциях 330 кВ магистральной электрической сети «Северный транзит», проходящей по территории Республики Карелия, Мурманской и Ленинградской областей. Значение ГИТ зависит от величины геоэлектрического поля на поверхности Земли, взаимного расположения подстанций, к которым подключены линии электропередачи, сопротивление элементов электрической сети. Немаловажными факторами являются разветвленность электрической сети, которая определяет пути растекания индуцированных токов, и топология сети на момент записи данных мониторинга. Описаны структура и принципы функционирования единственной в России региональной системы мониторинга ГИТ в электрической сети. Продемонстрированы особенности содержащихся в базе ГИТ данных, которые необходимо учитывать при их обработке и анализе. Приведены примеры использования базы данных ГИТ в энергетических и геофизических исследованиях. Выполненная работа по организации непрерывной регистрации ГИТ на подстанциях магистральной электрической сети в Арктической зоне не имеет аналогов в Российской Федерации и предоставляет обширный оригинальный материал, позволяющий исследовать геомагнитные возмущения и их влияние на электрические сети. База данных находится в открытом доступе [<http://gic.en51.ru>].

24.01-01.518 Статистический анализ микровспышек по данным спектрополяриметра 4—8 ГГц. *Жданов Д.А., Алтынцев А.Т., Мешалкина Н.С., Анфиногентов С.А. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 111-121. Рус.*

Радионаблюдения слабых событий являются одним из перспективных методов исследования энерговыделения и нетепловых процессов в солнечной короне. Развитие инструментальной базы позволяет вести радионаблюдения слабых транзитных корональных явлений, таких как квазистационарные урчания и слабые вспышки рентгеновского класса В и ниже, не доступные ранее для анализа. Используя наблюдения на спектрополяриметре Badary Broadband Microwave Spectropolarimeter (BBMS) мы измерили параметры спектров микроволнового излучения для трех десятков слабых солнечных вспышек рентгеновских классов от А до С1.5. Спектры свидетельствуют, что нагрев плазмы вызывается появлением потоков нетепловых электронов, которые можно обнаружить по формируемым ими всплескам микроволнового излучения, преимущественно с амплитудой $\sim 5-6$ солнечных единиц потока (с.е.п.) радиоизлучения равна $10-22$ Вт/(м·Гц) на частотах 4—5 ГГц. Диапазон индексов роста низкочастотной части спектра f_α меняется в широких пределах $\alpha=0.3-15$. Распределение индексов спада высокочастотной части подобно распределениям обычных вспышек. Одно из объяснений появления больших значений f_α — эффект Разина, который может влиять на форму гиротронного спектра, при генерации всплесков в плотной плазме при относительно слабых магнитных полях. Обнаружены два события, в которых появление нетепловых электронов приводит к генерации узкополосных всплесков на частотах около двойной плазменной частоты. Тестовые испытания Сибирского радиогелиографа (СРГ) показали возможности измерений структуры вспышечных источников с потоками ~ 1 с.е.п., что свидетельствует о высоком диагностическом потенциале создаваемого радиогелиографа для обнаружения процессов ускорения в слабых вспышечных событиях и их локализации в активных областях.

24.01-01.519 Связь между площадью полярных корональных дыр и скоростью солнечного ветра в минимуме между 22-м и 23-м солнечными циклами. *Борисенко А.В., Богачёв С.А. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 122-127. Рус.*

Мы использовали данные космического телескопа SoHO/EIT и спектрометра VEIS на космическом аппарате Wind, чтобы сравнить скорость солнечного ветра (СВ) около орбиты Земли с изменениями площади полярных корональных дыр (КД) на Солнце в минимуме солнечной активности 1996 г. Мы обнаружили, что в марте 1996 г. скорость СВ коррелировала с площадью южной КД с коэффициентом 0.64. В сентябре и октябре 1996 г. была обнаружена корреляция скорости СВ с площадью

северной КД (коэффициенты 0.64 и 0.85 соответственно). Как мы полагаем, это подтверждает, что СВ из полярных КД может проникать в плоскость эклиптики в минимуме солнечной активности. Скорость СВ составила $460-500$ км/с — это ниже, чем скорость СВ из экваториальных КД ($600-700$ км/с).

24.01-01.520 Естественные электромагнитные колебания диапазона 4—12 Гц по наблюдениям на спутниках SWARM и сети магнитометров CARISMA. *Ягрова Н.В., Федоров Е.Н., Пилипенко В.А., Пилипенко В.А. Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3, с. 128-137. Рус.*

Рассмотрены вариации магнитного поля в диапазоне 4—12 Гц в верхней ионосфере и на Земле. Исследуется наземный отклик на когерентные на двух спутниках SWARM колебания вблизи и выше высокочастотной границы номинального диапазона геомагнитных пульсаций Pc1. Для анализа наземных колебаний используются данные сети магнитометров CARISMA. Большая часть колебаний в ионосфере регистрируется на геомагнитных широтах выше 65° , т. е. от авроральной зоны до области полярного каспа-клефта. Колебания на тех же частотах фиксируются на авроральных и субавроральных наземных станциях на расстояниях от 1500 до 3000 км до проекции спутника. Определенные из наблюдательных данных значения отношения RGI амплитуды колебаний на Земле к амплитуде в ионосфере сравниваются со значениями, рассчитанными для альфвеновского пучка конечного радиуса, падающего на квазиреальную ионосферу. Радиальное распределение RGI зависит от частоты колебаний и высотного распределения ионосферных параметров, которое определяется в основном сезоном и местным временем. Наиболее вероятные значения RGI лежат в диапазоне от 10^{-3} до 10^{-1} . Показано, что определенные из измерений значения RGI согласуются с расчетными для радиуса падающего пучка в несколько сотен километров.

24.01-01.521 Проблемы стыковки режима обнаружения с начальным этапом слежения в задачах сближения космических объектов. *Володин Р.С., Камышев А.Л. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2023, № 4(129), с. 72-78. Рус.*

Рассматриваются проблемы стыковки режима обнаружения и начального этапа режима слежения в задачах сближения космических объектов, обусловленные возможностью срыва слежения из-за малых значений отношения сигнал/шум. Отмечается высокая скорость сближающихся объектов, что приводит к поиску алгоритмов восстановления слежения за объектом после его потери за минимальное время. В рамках поставленной задачи поиск алгоритмов ведется применительно к принятой гипотезе траектории движения отслеживаемого объекта.

24.01-01.522 Вулканическая активность корон Венеры. *Гусева Е.Н., Иванов М.А. Природа. 2023, № 10, с. <https://priroda.science/index.php/priroda/issue/view/49>. Рус.*

24.01-01.523 Датчик для исследования параметров космических частиц. *Мартынов В.В., Девяткина Т.Ю., Прохvatова И.С. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023, № 7, с. 678-680. Рус.*

Показана актуальность исследования загрязненности околоземного космического пространства. Обозначены основные проблемы регистрации, прежде всего, мелких и среднеразмерных частиц космического мусора и метеороидов (космических частиц). Предложена конструкция датчика для исследования параметров указанных частиц, обладающего повышенной информативностью. Представлена номенклатура определяемых и оцениваемых с помощью предлагаемого датчика параметров космических частиц.

24.01-01.524 Международная стандартная атмосфера — инструмент технологического суверенитета измерений в аэрокосмической отрасли. *Куприков Н.М., Куприков М.Ю. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023, № 7, с. 702-713. Рус.*

При проектировании ЛА все расчеты проводятся для условий Международной стандартной атмосферы (МСА), что позволяет сравнить результаты расчетов и летных испытаний несколь-

ких ЛА, проводимых в различных климатических поясах, путем пересчета результатов испытаний на параметры международной стандартной атмосферы, «поместив» все ЛА в одинаковые условия — условия МСА. Исторически материалы для разработки международных стандартов в сфере МСА были разработаны в СССР и легли в основу международных стандартов ISO, которые в свою очередь стали основой документов ИСАО 7488/3 Международной организации по гражданской авиации (ИКАО) и в последствии стали государственными документами по стандартизации идентичным международным стандартам ISO. Указанные выше работы были проведены в рамках международного технического подкомитета по стандартизации ИСО/ТК 20/ПК 6 «Стандартная атмосфера», образованным в 1980 году в составе международного технического комитета по стандартизации ИСО/ТК 20 «Авиационная и космическая техника» по инициативе СССР. Стандартизация — основа единства измерений. В Российской Федерации создан технический комитет по стандартизации ТК 484 «Стандартная атмосфера». Разработанная модель международной стандартной атмосферы позволяет сравнить результаты расчетов и летных испытаний нескольких ЛА, проводимых в различных климатических поясах, путем пересчета результатов испытаний на параметры международной стандартной атмосферы, «поместив» все ЛА в одинаковые условия — условия МСА. С развитием авиационной и космической техники список параметров атмосфер, подлежащих нормированию и стандартизации, расширяется.

24.01-01.525 Реликтовое гравитационное поле волновой и неволновой природы в геометродинамике Логанова. *Ласуков В.В. Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 8, с. 50-60. Рус.

В рамках геометродинамики Логанова найдены анизотропные решения уравнения Лагранжа, соответствующего метрике со скалярным и тензорным возмущением. На этой основе показано, что анизотропия реликтового электромагнитного излучения может нести информацию об эпохе повторного нагрева и инфляции при условии их существования. Найденные решения согласуются с аналогичными решениями в геометродинамике Эйнштейна.

24.01-01.526 Анализ динамической структуры околоземного космического пространства с целью поиска орбит, пригодных для утилизации и паркинга отработавших ИСЗ. *Томилова И.В., Александрова А.Г., Попандопуло Н.А., Кучерявченко Н.А., Блинкова Е.В. Известия вузов. Физика.* 2023. 66, № 8, с. 68-73. Рус.

Изложены результаты анализа динамической структуры околоземного космического пространства и каталогизированного космического мусора, представленного в каталоге NORAD, проведенного с целью поиска зон, пригодных для утилизации и паркинга. Приводятся оценки временных и энергетических затрат, необходимых для перехода отработавших космических аппаратов на предполагаемые орбиты утилизации или паркинга при помощи двигателя малой тяги.

24.01-01.527 Критическая точка из решений ударных волн в релятивистской анизотропной гидродинамике. *Коваленко А.М. Кратк. сообщ. по физ. ФИАН.* 2024. 51, № 1, с. 3-10. Рус.

Рассмотрены решения ударных волн в анизотропной релятивистской гидродинамике при отсутствии преломления потока, проходящего через плоскую ударную волну. Показано существование критического значения параметра анизотропии. Это значение является верхним пределом, ниже которого возможно описание ударных волн. Подобные решения ударных волн также обеспечивают механизм изотропизации системы.

24.01-01.528 Источники первичного космического излучения при энергии около 100 ПэВ. *Пятковский С.Е. Кратк. сообщ. по физ. ФИАН.* 2024. 51, № 1, с. 11-21. Рус.

Выполнен сравнительный анализ спектров первичного космического излучения (ПКИ) по Е0 и спектров переменных звезд по периодам с целью установить причины нерегулярностей в спектре ПКИ по Е0. Показана зависимость между периодами переменных звезд и максимальной энергией Е0 ядер ПКИ, генерируемой данными типами звезд. Нерегулярности в спектре ПКИ по Е0 связаны с переходом от одного доминирующего ти-

па звезд к другому с ростом Е0. Излом в спектре ПКИ при $E_0=3-5$ ПэВ связан с уменьшением вклада звезд переменной SRB и дальнейшим ростом вклада звезд переменной мириды в поток ПКИ. Бамп в спектре ПКИ с максимумом при $E_0=80$ ПэВ образован звездами-гигантами и сверхгигантами переменной мириды и SRC.

24.01-01.529 Конечно-элементный анализ термонапряженных состояний модели объектива телескопа космического эксперимента "ЛИРА-В". *Шанин Ю.И., Ягнятинский Д.А. Инженерно-физический журнал.* 2023. 96, № 7, с. 1774-1780. Рус.

Термонапряженное состояние одной из предлагаемых конструкций телескопа проанализировано с помощью конечно-элементной модели с помощью программного комплекса ANSYS. Показано, что в штатном тепловом режиме небольшие отклонения температуры (в пределах $\pm 1^\circ\text{C}$) не приводят к нарушению работоспособности телескопа. Установлен диапазон возможного изменения температуры, приводящий к достижению предельно допустимых смещений фокуса и наклонов оси вторичного зеркала относительно главного зеркала. Ключевые слова: телескоп, главное зеркало, вторичное зеркало, тепловой режим, деформация, напряжение.

24.01-01.530 Исследование радиационных характеристик ударно нагретых газов. *Козлов П.В., Левашов В.Ю., Герасимов Г.Я., Забелинский И.Е., Бьюкова Н.Г. Инженерно-физический журнал.* 2023. 96, № 7, с. 1861-1872. Рус.

Приведены результаты исследований на ударных трубах Института механики МГУ им. М.В. Ломоносова по измерению излучения ударно нагретых газов, моделирующих условия входа космических аппаратов в атмосферу Земли и других планет Солнечной системы с орбитальными и суперорбитальными скоростями. Дано описание измерительной аппаратуры, а также методики диагностики и обработки получаемой спектроскопической информации. Проанализированы многочисленные экспериментальные данные по излучению ударно нагретых газов в широком диапазоне спектра излучения от вакуумного ультрафиолета до инфракрасной области, которые служат основой для разработки различных газодинамических моделей. Ключевые слова: ударная волна, ударно нагретый газ, радиационные характеристики, спектр излучения, суперорбитальные скорости.

24.01-01.531 Моделирование управления движением космического аппарата на участке построения солнечной ориентации на основе измерительных данных. *Седельников А.В., Чугунов Е.В., Танеева А.С., Браткова М.Е. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика.* 2023, № 112, с. 1-7. Рус.

Произведено моделирование движения малого космического аппарата с использованием измерителей угловой скорости, выявлен ряд недостатков существующих информационно-измерительных систем, в частности штатного режима программного поворота малого космического аппарата с помощью звездных датчиков. Результаты работы могут быть использованы при разработке алгоритмов управления движением малого космического аппарата. Ключевые слова: космический аппарат, датчики, информационно-измерительные системы. DOI: 10.25791/pribor.12.2023.1457.

24.01-01.532 Многоуровневые исследовательские работы школьников на примере задач небесной механики. *Рыжиков С.Б., Рыжикова Ю.В. Ученые записки физического ф-та МГУ.* 2023, № 5, с. 2351001. Рус.

Рассмотрена проблема вовлечения школьников в исследовательскую деятельность. Обозначена причина низкой мотивации школьников — первые результаты исследовательской работы появляются только через несколько недель. Предложена методика проведения многоуровневых работ, в которых результаты получаются уже на первом занятии. Рассмотрен пример подобной многоуровневой исследовательской работы на основе проблем небесной механики.

24.01-01.533 Оценка влияния искажений формы зеркал на оптическое качество излучения в неустой-

чивых резонаторах. *Страхов С.Ю., Савин А.В., Сотникова Н.В. Оптический журнал. 2023. 90, № 12, с. 24-34. Рус.*

Предмет исследования. Неустойчивый телескопический оптический резонатор. Цель работы. Количественная оценка мелкомасштабных неоднородностей зеркал, особенно в неустойчивых резонаторах, и их влияние на параметр M^2 , число Штреля, угол расходимости излучения. Метод. Численное моделирование структуры мелкомасштабной неоднородности зеркала, как однородного нормального случайного поля, заданного экспоненциально-косинусной корреляционной функцией, с дальнейшим моделированием неустойчивого резонатора в геометрическом приближении с использованием в качестве «фазовых экранов» зеркал и последующим определением характеристик оптического качества излучения по его диаграмме направленности. Также предложен метод аналитического расчёта показателей оптического качества излучения после неустойчивого резонатора с внутрирезонаторными фазовыми неоднородностями. Результаты. В работе рассмотрено влияние искажений формы зеркал на оптическое качество излучения в неустойчивых резонаторах. Представлены результаты исследований влияния уровня и характерного вида искажений на параметр M^2 , число Штреля, угол расходимости излучения. Показан характер зависимости указанных показателей оптического качества от коэффициента увеличения резонатора, радиуса корреляции и среднеквадратического отклонения формы поверхности зеркала. Предложены расчётные соотношения для оценки верхней и нижней границ диапазона изменений показателей оптического качества в зависимости от параметров резонатора и конкретного вида искажений зеркала. Практическая значимость. Результаты численного моделирования неустойчивого резонатора сравниваются с количественными оценками, выполненными на основании предложенных расчётов (аналитических) соотношений. На основании анализа результатов формулируются практические рекомендации и выводы, позволяющие корректно учесть влияние искажений формы зеркал на оптическое качество излучения при проектировании резонатора.

24.01-01.534 Алгоритм коррекции дрожания изображения звезды в наземном оптическом телескопе с помощью искусственного опорного источника. Клеймёнов В.В., Новикова Е.В. Оптический журнал. 2024. 91, № 1, с. 25-32. Рус.

Предмет исследования. Аналитическая корреляционная зависимость между случайными векторами, характеризующими положение прогнозируемого (рассчитанного) изображения малозаметной звезды и измеренного изображения искусственного опорного источника — лазерной опорной звезды в фокальной плоскости наземного адаптивного оптического телескопа. Цель работы заключается в разработке на основе корреляционной теории алгоритма коррекции дрожания прогнозируемого изображения малозаметной звезды в фокальной плоскости телескопа по регистрируемому изображению лазерной опорной звезды. Метод. Алгоритм базируется на положениях корреляционной теории определения вектора прогнозируемого положения изображения малозаметной звезды за время короткой экспозиции с учетом измеренного положения изображения искусственного опорного источника (в виде линейной регрессии). Основные результаты. Получены аналитические выражения для модуля вектора прогнозируемого положения изображения малозаметной звезды и его наклона относительно вектора измеренного положения изображения лазерной опорной звезды. На их основе разработан алгоритм коррекции дрожания изображения малозаметной звезды в наземном оптическом телескопе с помощью искусственного опорного источника. Для моностатической и бистатической схем формирования лазерной опорной звезды рассчитаны значения модуля вектора изображения звезды и его наклона относительно вектора изображения лазерной опорной звезды для различных отношений диаметров апертур телескопа и зондирующего лазера. Практическая значимость. Полученные в работе результаты могут быть использованы при синтезе наземных адаптивных оптических телескопов для наблюдения малоразмерных космических объектов естественного и искусственного происхождения с учетом особенностей астроклимата в географических местах их разме-

щения.

24.01-01.535 Казимирово взаимодействие космических струн: массивное поле. Грац Ю.В., Спирич П.А. Ж. эксперим. и теор. физ. 2024. 165, № 1, с. 43-50. Рус.

В рамках λ -формализма исследуется влияние массы квантованного поля на эффект вакуумного взаимодействия параллельных космических струн. Рассматривается случай массивного скалярного поля с минимальной связью. Показано, что если на расстояниях между струнами, заметно превышающих комптоновскую длину волны $l_c = m^{-1}$, наличие массы приводит к экспоненциальному подавлению эффекта, то на малых по сравнению с l_c , но заметно превышающих толщину струны, расстояниях влияние массы не является существенным и вклад массивного поля в энергию Казимира становится сравнимым с вкладом безмассового.

24.01-01.536 Кватернионная регуляризация особенностей моделей астродинамики, порождаемых гравитационными силами (обзор). Челноков Ю.Н. Прикл. мат. и мех. 2023. 87, № 6, с. 915-953. Рус.

Излагается регуляризация особенностей дифференциальных уравнений возмущенной пространственной задачи двух тел, порождаемых гравитационными силами, с использованием четырехмерных переменных и матриц Кустаанхеймо—Штифеля, а также кватернионная регуляризация уравнений этой задачи, предложенная автором и имеющая ряд преимуществ перед матричной регуляризацией Кустаанхеймо—Штифеля. Дается аналитический обзор работ, посвященных кватернионной регуляризации указанных особенностей с использованием переменных Кустаанхеймо—Штифеля, которая уникальна в совместной регуляризации, линеаризации и увеличении размерности для трехмерных кеплеровских систем. Рассмотрен предложенный автором новый метод регуляризации уравнений возмущенной пространственной задачи двух тел, основанный на использовании идеальных прямоугольных координат Ганзена, переменных Леви—Чивита и параметров Эйлера (Родрига—Гамильтона), а также на использовании в качестве дополнительных переменных кеплеровской энергии и реального времени и новой независимой переменной Зундмана. Приведены регулярные кватернионные уравнения в переменных Леви—Чивита и параметрах Эйлера этой задачи, которые имеют не только хорошо известные достоинства матричных уравнений в переменных Кустаанхеймо—Штифеля, но и обладают своими дополнительными достоинствами. Ключевые слова: механика космического полета (астродинамика), возмущенная пространственная задача двух тел, регуляризация особенностей, порождаемых гравитационными силами, идеальная система координат, уравнения орбитального движения, переменные Кустаанхеймо—Штифеля, параметры Эйлера (Родрига—Гамильтона), координаты Ганзена, переменные Леви—Чивита, кватернион.

24.01-01.537 Поляризация вакуума в гравитационном поле космической струны. Грац Ю.В., Спирич П.А. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 5, с. 2350101. Рус.

В рамках однопетлевой квантовой гравитации рассмотрен эффект поляризации вакуума массивного скалярного поля с минимальной связью вблизи прямолинейной космической струны. Показано, что относительный вклад массивных полей в перенормированное вакуумное среднее тензора энергии-импульса (ТЭИ) становится пренебрежимо малым уже на расстоянии нескольких комптоновских длин волн от струны.

24.01-01.538 Модифицированный метод круглых колец Гаусса. Применение к двупланетной задаче. Кондратьев Б.П., Корноухов В.С., Басова Е.В. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 5, с. 2350801. Рус.

Изложена схема расширенного метода круглых колец Гаусса, предназначенного для изучения вековой эволюции орбит в системах, состоящих из центральной звезды и двух планет. Причиной вековой эволюции узлов и углов наклона орбит планеты является их взаимное гравитационное притяжение. Орбиты планет моделируются однородными круглыми кольцами Гаусса, на которые переносятся массы, размеры и углы наклона ор-

бит, а также орбитальные угловые моменты планет. Метод учитывает то, что в общем случае восходящие узлы орбит могут не совпадать. Взаимная гравитационная энергия колец представлена в виде ряда по степеням малых углов наклона с точностью до членов второго порядка включительно. С помощью этой функции составлена замкнутая система из 4 дифференциальных уравнений, описывающих вековую эволюцию орбит планет. Решение уравнений получено в конечном аналитическом виде, что значительно упрощает интерпретацию изучаемых движений. Метод проверен на примере системы «Солнце—Юпитер—Сатурн». Впервые новый подход применяется для исследования экзопланетной системы Kepler-36. Построены графики для всех неизвестных величин. Установлено, что в ходе эволюции угол взаимного наклона орбит остается постоянным, а либрации орбит по углу наклона и по движению узлов происходят синхронно.

24.01-01.539 О влиянии "красной утечки" световых фильтров на оценки блеска звезд поздних спектральных классов на примере наблюдений быстрой переменности симбиотических звезд. *Никишев Г.Э., Масленникова Н.А., Татарников А.М., Парусов К.Ю., Белинский А.А. Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 6, с. 2360801. Рус.*

Представлены результаты моделирования зависимости величины "красной утечки" фотометрических фильтров от разных факторов при наблюдениях звезд: показателя цвета V-R, класса светимости, величины межзвездного покраснения, воздушной массы и содержания водяного пара в атмосфере Земли. Ошибка, возникающая из-за учета "красной утечки" в случае фильтров, использующихся на 0.6-м телескопе КГО ГАИШ, может составлять до 0.6 mag-0.8 mag для звезд поздних спектральных классов. Для фильтров U и V представлены алгоритмы редукции наблюдательных данных. Приведены результаты наблюдений быстрой переменности двух симбиотических звезд SN Sng и SU Lup с холодными компонентами очень поздних спектральных классов. Для SN Sng быстрая переменность была обнаружена в обе даты наблюдений. С учетом эффекта "красной утечки" амплитуда изменений блеска в полосе B составила 0.10^m 06.11.2019 и 0.19^m 15.12.2022 при характерном времени переменности около 20 минут. У SU Lup быстрая переменность блеска в полосе B 25.02.2023 обнаружена не была (с точностью до 0.003^m).

24.01-01.540 О нахождении аналитического продолжения магнитного поля Марса по спутниковым данным с помощью комбинированного подхода. *Степанова И.Э., Сальников А.М., Гудкова Т.В., Ватов А.В., Щепетилев А.В. Геофизические исследования. 2023. 24, № 2, с. 58-83. Рус.*

С помощью комбинированного подхода построены аналитические модели магнитного поля Марса по спутниковым данным, измеренным магнетометром MAG американской миссии MAVEN в районе посадки марсохода "Чжужун" китайской миссии "Тяньвэнь-1". Описана новая методика интерпретации данных дистанционного зондирования Марса, которая включает в себя построение региональных модифицированных S-аппроксимаций с учётом эллиптичности (для эллипсоида вращения) и локальных (плоских) аппроксимаций нестационарного поля, являющегося решением некоторого уравнения параболического типа с постоянными коэффициентами. Разработаны основные положения метода линейных интегральных представлений применительно к зависящим от времени дифференциальным операторам, что имеет принципиальное значение при решении многих обратных задач математической геофизики. Зависящее от времени магнитное поле Марса исследовано в декартовой системе координат, пока разработан только локальный вариант новой методики решения обратных задач магнитозвездки ввиду сложности задачи аналитического описания нестационарного поля в глобальном масштабе. Представлены результаты математического эксперимента по аналитическому продолжению магнитного поля Марса с орбиты в сторону источников. В основе новой методики лежит построение модифицированной S-аппроксимации в региональном варианте по заданному набору точек наблюдения в трёхмерном пространстве и заданным начальным приближениям к неизвестным ве-

совым функциям. По найденному распределению эквивалентных по внешнему магнитному полю источников на поверхности нескольких обобщённых сфер, осуществляется аналитическое продолжение аппроксимированного поля в некоторую область трёхмерного пространства. При этом вычисляется значение показателя качества решения, который представляет собой отношение евклидовой нормы разности между теоретическими значениями поля и значениями, полученными в результате аппроксимации, к норме самого поля. Весовые функции меняются в соответствии с определённым исследователем правилом, процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнута необходимая точность. Вычисленные значения магнитного поля в некоторой области трёхмерного пространства принимаются за начальные и граничные значения зависящей от времени вектор-функции, являющейся решением трёхмерного однородного (или неоднородного) уравнения параболического типа. Для такой вектор-функции ставится вариационная задача, в рамках локальной версии метода интегральных представлений в трёхмерном пространстве с зависимостью от времени, по нахождению источников масс. Источники могут быть распределены либо на семействе плоскостей трёхмерного пространства, если рассматривается начально-краевая задача для уравнения теплопроводности, либо на некоторой дискретной сети точек, если принимается, что вектор-функция представляет собой решение уравнения параболического типа во всём пространстве.

24.01-01.541 Расчет чувствительности детекторов для космического эксперимента "Солнце-Терагерц". *Филиппов М.В., Магмутов В.С., Логачев В.И., Разумейко М.В. Журнал технической физики. 2023. 93, № 9, с. 1377-1382. Рус.*

Кратко описаны цели и задачи планируемого космического эксперимента "Солнце-Терагерц" на борту Российского сегмента МКС. Рассмотрены основные компоненты оптического тракта научной аппаратуры. С помощью имитатора черного тела и одноканального макета проведена калибровка детекторов научной аппаратуры, исследовано влияние качества оптической поверхности зеркал телескопа на размах сигнала детекторов в терагерцевом диапазоне, проведена предварительная оценка чувствительности детекторов. Ключевые слова: Солнце, солнечные вспышки, терагерцевое излучение, оптическая система.

24.01-01.542 Влияние мелкомасштабного поля на нагрев полярной шапки радиопульсара J0901-4046. *Барсуков Д.П., Морозов И.К., Попов А.Н. Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1746-1748. Рус.*

Рассмотрено влияние мелкомасштабного магнитного поля на нагрев полярной шапки пульсара J0901-4046 обратным током позитронов. Показано, что при некоторых конфигурациях мелкомасштабного поля светимость его полярной шапки может достигать 10²⁵ erg/s. Ключевые слова: радиопульсары, нейтронные звезды, позитроны. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56810.f226-23.

24.01-01.543 Математическое моделирование рефракции света в несимметричном поле тяготения. *Лукьянцев Д.С., Афанасьев Н.Т., Танаев А.Б. Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1749-1752. Рус.*

Предложен аппарат математического моделирования траекторных характеристик света при распространении в гравитационном поле группы астрофизических объектов. Влияние гравитации учтено путем введения эффективного показателя преломления вакуума. Показано, что при несимметричном поле тяготения формируется сложная пространственная структура света в картинной плоскости наблюдателя. Сделана оценка пространственного ослабления потока энергии света путем суммирования удельных энергетических порций лучей и посредством расчета лучевой расходимости. Проведено сравнение результатов лучевого и парциального моделирования светового потока в поле тяготения различной конфигурации. Ключевые слова: рефракция света, астрофизические объекты, геометрическая оптика, гравитационное линзирование. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56811.f248-23.

24.01-01.544 Построение модели лунного ядра с использованием наблюдений лазерной локации Луны. *Загидуллин А.А., Петрова Н.К., Нефедьев Ю.А., Андре-*

ев А. О. *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1753-1755. Рус.

Рассмотрена проблема разработки теории физической либрации Луны для модели, учитывающей наличие жидкого ядра в теле Луны. Представлены факты, свидетельствующие в пользу существования у Луны небольшого жидкого ядра. Рассмотрены возможности определения из наблюдений эффектов существования лунного ядра и определения его характеристик, в первую очередь, сжатия ядра. Дано описание решения проблемы включения в рассмотрение двухслойной модели для задачи численного решения уравнений теории физической либрации Луны. Ключевые слова: лазерная локация, свободная нутация лунного ядра, физическая либрация. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56812.f231-23.

24.01-01.545 Исследование орбитальной динамики астероида 2023 BU, совершившего рекордное сближение с Землей. *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1756-1758. Рус.

В рамках Пулковской программы изучения объектов, сближающихся с Землей, на телескопе МТМ-500М было выполнено более 1500 наблюдений астероида 2023 BU, открытого в самом начале 2023 г. всего за несколько дней до своего чрезвычайно тесного сближения с Землей на расстоянии около $3.5 \cdot 10^6$ м от ее поверхности. Это было одно из самых тесных сближений астероида с Землей среди когда-либо зарегистрированных, что привлекло внимание астрономов по всему миру. На основе наблюдений данного астероида было проведено уточнение его орбиты, исследована ее эволюция. Кроме того, были сделаны оценки влияния светового давления и эффекта Ярковского, что актуально в связи с проблемой астероидно-кометной опасности. Ключевые слова: астероиды, сближающиеся с Землей, астрометрия, световое давление, эффект Ярковского. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56813.f224-23.

24.01-01.546 Создание физической модели Фобоса с использованием данных миссии "MarsExpress". Колосов Ю. А., Андреев А. О., Демина Н. Ю., Нефедьев Ю. А. *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1759-1760. Рус.

Выполнен анализ данных дистанционного зондирования Фобоса на основе данных космических миссий "MarsExpress" и "Viking Orbiter". На основе данного исследования была построена структурная модель Фобоса. Согласно полученным результатам можно сделать вывод, что рельеф Фобоса весьма неоднороден. Вся его поверхность покрыта множеством следов от метеоритных ударов — кратерами. Получены параметры для серии ударных кратеров и произведен их многофакторный анализ. Ключевые слова: дистанционное зондирование Фобоса, моделирование планетофизических параметров, астрофизические исследования.

24.01-01.547 Излучение рентгеновского пульсара с сильным магнитным полем в случае докритической аккреции: учет комптоновского рассеяния. *Марков И. Д., Камингер А. Д., Потехин А. Ю.* *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1761-1764. Рус.

Проведено моделирование характеристик излучения докритических рентгеновских пульсаров с сильным магнитным полем. Произведено самосогласованное радиационно-гидродинамическое моделирование потока аккрецирующей плазмы на полюса нейтронной звезды. Рассмотрен случай докритических светимостей, учтен эффект отдачи, возникающий при упругом столкновении фотонов с падающим веществом. Использовано сечение рассеяния, содержащее основной циклотронный резонанс. Двухлучепреломление учтено в приближении холодной плазмы. В таких предположениях получены спектры и поляризация излучения аккреционной колонки. Ключевые слова: рентгеновские пульсары, аккреция, перенос излучения. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56815.f225-23.

24.01-01.548 4FGL J2054.2+6904: пульсар в тесной двойной звездной системе типа "redback". Зюзин Д. А., Карпова А. В., Шибанов Ю. А., Гильфанов М. Р. *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1765-1767. Рус.

Гамма-источник 4FGL J2054.2+6904, открытый обсерваторией Fermi, был недавно классифицирован как кандидат в пуль-

сары. С помощью обсерватории Swift была проведена его возможная рентгеновская и оптическая идентификация. В настоящей работе на основе данных обзора Zwicky нами показано, что кандидат на отождествление является переменным в оптическом диапазоне с периодом около 7.5^b . Форма кривых блеска близка к синусоидальной, с амплитудой $\sim 0.5^m$. Распределение энергии по спектру соответствует звездному спектру с эффективной температурой 5820 ± 410 К. Мы также уверенно детектировали рассматриваемый объект в данных рентгеновского обзора всего неба, полученного телескопом SRG/eROSITA. Его рентгеновский спектр может быть описан степенным законом с фотонным индексом около 1.0 и исправленным за межзвездное поглощение потоком $\sim 2 \cdot 10^{-13}$ erg/(s·cm²) в диапазоне 0.5–10 keV. Эти результаты показывают, что 4FGL J2054.2+6904 является перспективным кандидатом в миллисекундные пульсары в тесной двойной звездной системе типа "redback". Ключевые слова: нейтронные звезды, двойные звездные системы, миллисекундные пульсары. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56816.f227-23.

24.01-01.549 Создание многопараметрической модели наблюдательной системы космического телескопа. *Чуркин К. О., Петрова Н. К., Нефедьев Ю. А., Андреев А. О., Демина Н. Ю.* *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1768-1770. Рус.

Рассмотрены возможность и эффективность использования автоматизированного зенитного телескопа для определения селенодезических параметров вращения путем компьютерного моделирования наблюдений на телескопе, установленном на лунной поверхности, в частности: моделирование треков звезд на автоматизированном зенитном телескопе и возможности астрофизических исследований, разработка программы космических наблюдений. Ключевые слова: космический телескоп, моделирование треков звезд, астрофизические наблюдения. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56817.f230-23.

24.01-01.550 Механизмы формирования магнитных полей на большом расстоянии от центра галактики. *Хасаева Т. Т., Михайлов Е. А.* *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1771-1773. Рус.

Исследована возможность генерации магнитного поля на большом (10–15 кpc) расстоянии от центра галактики. Магнитное поле может генерироваться как с помощью механизма динамо с учетом нелинейных эффектов, так и за счет магниторотационной неустойчивости. Предположительно более значимую роль на таком удалении играют нелинейные эффекты механизма динамо. Ключевые слова: магниторотационная неустойчивость, динамо, галактики, магнетизм. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56818.f232-23.

24.01-01.551 Исследование динамики и эволюционных процессов околосолнечных астероидов. *Андреев А. О., Сергиенко М. В., Нефедьев Ю. А.* *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1774-1777. Рус.

Рассмотрены околосолнечные и околоземные астероиды, а также пылевые кольца, существующие во внутренней части Солнечной системы. Рассмотрены их распределения по орбитальным параметрам и цветовым индексам. Полученные результаты позволят понять физику динамических процессов как Солнечной системы, так и, как следствие, эволюцию систем экзопланет. Ключевые слова: околосолнечные астероиды, околоземные астероиды, пылевые кольца. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56819.f250-23.

24.01-01.552 Анализ динамических параметров метеорного комплекса Канкрид и его дрейфового движения. *Сергиенко М. В., Нефедьев Ю. А., Андреев А. О.* *Журнал технической физики.* 2023. 93, № 12, с. 1778-1781. Рус.

Рассмотрен метеорный комплекс Канкриды и проанализированы его динамические параметры. Для каждой ветви комплекса определены радианты, их смещения и площади радиации. Изучены зависимости большой полуоси и эксцентриситета от звездной величины. Определены резонансы со стороны Юпитера для метеорного комплекса. Сделан вывод, что у ветвей комплекса различный эволюционный механизм возникновения. Ключевые слова: метеорный поток, радианты, метеорный комплекс, резонансы. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56820.f251-23.

24.01-01.553 Молекулы HD в Млечном Пути. *Косенко Д.Н., Балашев С.А.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1782-1786. Рус.

Проведен независимый анализ абсорбционных линий молекул HD и H₂ в ряде систем в нашей Галактике в архивных данных космического телескопа FUSE и линий нейтрального углерода и металлов в этих системах, используя архивные данные космического телескопа HST. Лучевые концентрации HD были получены в диапазоне от $\sim 10^{14}$ до $\sim 10^{16}$ см⁻². Полученные лучевые концентрации были использованы для оценки физических условий в рассматриваемых системах, в том числе значения скорости ионизации космическими лучами, которое лежит в диапазоне от $\zeta \sim 10^{-17}$ до $\sim 10^{-15.5}$ s⁻¹. Ключевые слова: галактики, межзвездная среда, космические лучи. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56821.f212-23.

24.01-01.554 Наблюдение астрофизических объектов с помощью установки TAIGA-HiSCORE. *Самолыга В.С.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1787-1789. Рус.

Представлены результаты обзора неба установкой TAIGA-HiSCORE, состоящей из 120 широкоугольных черенковских детекторов, распределенных на площади 1 км². Анализ данных выполнен за два зимних сезона (2019–2021 гг.) при энергиях космических лучей 200–500 TeV. Проведены тестирование модифицированного метода оценки фона и оценка значимости сигнала классическим методом Ли–Ма. Ключевые слова: гамма-астрономия, Крабовидная туманность, оценка фона, значимость сигнала. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56822.f215-23.

24.01-01.555 Исследование двойного астероида (65803) Дидим, спутник которого подвергся экспериментальному столкновению с аппаратом DART. *Петрова С.Н., Девяткин А.В., Горшанов Д.Л., Львов В.Н., Русов С.А.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1790-1793. Рус.

На телескопе MTM-500M Пулковской обсерватории были проведены наблюдения двойного астероида (65803) Didymos после экспериментального столкновения аппарата DART (NASA) с его спутником. Эволюция орбиты рассматриваемого астероида построена при помощи программного пакета ЭПОС. Представлены результаты астрометрической и фотометрической обработки наблюдательных данных. Ключевые слова: астероиды, Дидим, Диморф, астрометрия. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56823.f233-23.

24.01-01.556 TAIGA — гибридный комплекс для многоканальной астрономии высоких энергий. *Буднев Н., Кузьмичев Л., Астапов И., Безгязиков П., Бонвеч Е., Бородин А., Булан А., Vaidyanathan A., Волков Н., Волчугов П., Воронин Д., Гафаров А., Гармаш А., Гребенюк В., Гресь О.А., Гресь Т.И., Гресь Е.О., Гринюк А., Гришин О.Г., Дячок А., Журов Д., Загородников А., Иванова А.Д., Иванова А.Л., Илюшин М., Калмыков Н., Киндин В., Кирюхин С., Кожин В., Кокоулин Р., Колосов Н.И., Компаниец К., Коростелева Е., Кравченко Е., Крюков А., Chivassa A., Лаврова М., Лагутин А., Лемешев Ю., Лубсандоржиев Б.К., Лубсандоржиев Н.Б., Малахов С., Миргазов Р., Монжоев Р., Окунева Э., Осипова Э., Пан А., Панов А., Паньков Л., Пахоружков А., Петрухин А., Подгрудков Д., Попова Е., Постников Е., Просин В., Птускин В., Пушкин А., Райкин Р., Разумов А., Рубцов Г., Рябов Е., Сатышев И., Самолыга В., Свешникова Л., Сидоренков А., Силаев А., Силаев (мл.) А., Скурихин А., Соколов А., Таболенко В., Танаев А., Терновой М., Ткачев Л., Ушаков Н., Чернов Д., Яшин И.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1794-1798. Рус.

Гибридный комплекс установок TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic ray physics and Gamma Astronomy) предназначен для решения широкого круга задач в области астрофизики высоких энергий методами многоканальной астрономии. Представлено краткое описание пилотного комплекса TAIGA-1 с гибридной системой детекторов, распределенных на площади 1.1 км², и некоторые уже по-

лученные результаты. Ключевые слова: TAIGA, космические лучи, гамма-астрономия, энергетический спектр. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56824.f234-23.

24.01-01.557 Установка Tunka-Grande: статус 2023 года и последние результаты. *Иванова А.Л., Астапов И.И., Безгязиков П.А., Бонвеч Е.А., Бородин А.Н., Буднев Н.М., Булан А.В., Vaidyanathan A., Волков Н.В., Волчугов П.А., Воронин Д.М., Гафаров А.Р., Гармаш А.Ю., Гребенюк В.М., Гресь О.А., Гресь Т.И., Гресь Е.О., Гринюк А.А., Гришин О.Г., Дячок А.Н., Журов Д.П., Загородников А.В., Иванова А.Д., Илюшин М.А., Калмыков Н.Н., Киндин В.В., Кирюхин С.Н., Кожин В.А., Кокоулин Р.П., Колосов Н.И., Компаниец К.Г., Коростелева Е.Е., Кравченко Е.А., Крюков А.П., Кузьмичев Л.А., Chivassa A., Лаврова М.В., Лагутин А.А., Лемешев Ю.Е., Лубсандоржиев Б.К., Лубсандоржиев Н.Б., Малахов С.Д., Миргазов Р.Р., Монжоев Р.Д., Окунева Э.А., Осипова Э.А., Пан А., Панов А.Д., Паньков Л.В., Пахоружков А.Л., Петрухин А.А., Подгрудков Д.А., Попова Е.Г., Постников Е.Б., Просин В.В., Птускин В.С., Пушкин А.А., Райкин Р.И., Разумов А.В., Рубцов Г.И., Рябов Е.В., Сатышев И., Самолыга В.С., Свешникова Л.Г., Сидоренков А.Ю., Силаев А.А., Силаев (мл.) А.А., Скурихин А.В., Соколов А.В., Таболенко В.А., Танаев А.Б., Терновой М.Ю., Ткачев Л.Г., Ушаков Н.А., Чернов Д.В., Яшин И.И.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1799-1802. Рус.

Показаны последние результаты за 2016–2022 гг. по исследованию энергетического спектра космических лучей на установке Tunka-Grande, представляющей собой сеть из 19 сцинтилляционных станций, входящих в состав экспериментального комплекса TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic ray physics and Gamma Astronomy) в Восточной Сибири, недалеко от озера Байкал, и предназначенной для исследования энергетического спектра и массового состава космических лучей, а также поиска астрофизических гамма-квантов в диапазоне энергий 10–1000 PeV. Ключевые слова: космические лучи, широкий атмосферный ливень, сцинтилляционная установка Tunka-Grande, экспериментальный комплекс TAIGA. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56825.f235-23.

24.01-01.558 Оптические исследования компаньона миллисекундного пульсара типа "redback" J1908+2105. *Верона Д.М., Кириченко А.Ю., Жариков С.В., Карпова А.В., Зюзин Д.А., Шибанов Ю.А.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1803-1806. Рус.

Миллисекундный радио- и гамма-пульсар J1908+2105 в двойной системе предположительно относится к классу "redback". Его возможный компаньон был обнаружен в каталоге Gaia. С целью подтверждения компаньона и определения параметров системы был проведен ряд фотометрических наблюдений источника в полосах В, V, R и I, разрешенных по орбитальной фазе, на 2.1-метровом телескопе OAN-SPM в Мексике. Обнаружена переменность блеска с периодом 3.5^h, согласующимся с орбитальным периодом пульсара, подтвердив тем самым ассоциацию. Амплитуды переменности блеска составили примерно 0.2–0.3^m, что типично для систем типа "redback". Проведены оптические спектральные наблюдения на 10-метровом Большом Канарском телескопе. Полученные спектры соответствуют звезде спектрального класса K-M. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56826.f236-23.

24.01-01.559 Моделирование сцинтилляционных установок Tunka-Grande и TAIGA-Muon. *Терновой М.Ю., Астапов И.И., Безгязиков П.А., Бонвеч Е.А., Бородин А.Н., Буднев Н.М., Булан А.В., Волков Н.В., Волчугов П.А., Воронин Д.М., Гафаров А.Р., Гресь Е.О., Гресь О.А., Гресь Т.И., Гришин О.Г., Гармаш А.Ю., Гребенюк В.М., Гринюк А.А., Дячок А.Н., Журов Д.П., Загородников А.В., Иванова А.Д., Иванова А.Л., Илюшин М.А., Калмыков Н.Н., Киндин В.В., Кирюхин С.Н., Кокоулин Р.П., Колосов Н.И., Компаниец К.Г., Коростелева Е.Е., Кожин В.А., Кравченко Е.А., Крюков А.П., Кузь-*

мичев Л.А., Лагутин А.А., Лаврова М.В., Лемешев Ю.Е., Лубсандоржиев Б.К., Лубсандоржиев Н.Б., Малахов С.Д., Миргазов Р.Р., Монгоев Р.Д., Окунева Э.А., Осипова Э.А., Пахорукоев А.Л., Пан А., Панов А.Д., Паньков Л.В., Петружин А.А., Подгрудков Д.А., Попова Е.Г., Постников Е.Б., Просин В.В., Птускин В.С., Пушкин А.А., Разумов А.Ю., Райкин Р.И., Рубцов Г.И., Рябов Е.В., Самолига В.С., Сатышев И., Силаев А.А., Силаев(мл.) А.А., Сидоренков А.Ю., Скуригин А.В., Соколов А.В., Свешишников Л.Г., Таболенко В.А., Танаев А.Б., Ткачев Л.Г., Ушаков Н.А., Чернов Д.В., Яшин И.И., *Chiavassa A., Vaidyanathan A.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1807-1810. Рус.

Представлен план компьютерного моделирования сцинтилляционных установок на основе программных пакетов CORSIKA и Geant4. Приведен метод, разработанный для оптимизации процесса моделирования. Обсужден возможный подход для определения массового состава заряженных космических лучей. Также представлены предварительные результаты компьютерного моделирования установки Tunka-Grande в диапазоне энергий 10–100 PeV. Ключевые слова: экспериментальный комплекс TAIGA, космические лучи, широкие атмосферные ливни, массовый состав, CORSIKA, Geant4. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56827.f237-23.

24.01-01.560 Разработка методики анализа изображений для мониторинга зеркал установки TAIGA-IAST. *Иванова А.Д., Журов Д.П.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1811-1814. Рус.

Представлено описание разработанной методики мониторинга положений зеркал атмосферных черенковских телескопов на основе метода Боке. Телескопы входят в состав единого экспериментального комплекса TAIGA, расположенного в Тункинской долине (республика Бурятия, Россия), в 50 km от озера Байкал. Приведены результаты анализа снимков CCD-камеры, установленной на тарелке первого телескопа и используемой для определения положения его сегментов. Ключевые слова: TAIGA-IAST, метод Боке, гамма-астрономия, мониторинг зеркал. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56828.f238-23.

24.01-01.561 Влияние искривления пространства на момент инерции осесимметричного магнитного поля радиопульсара. *Матевосян А.А.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1815-1818. Рус.

Рассмотрено влияние искривления пространства в метрике Шварцшильда на вклад в момент инерции радиопульсара магнитного поля вне нейтронной звезды. Рассмотрен как случай дипольного магнитного поля, так и случай недипольного "мелкомасштабного" поля, однако при этом рассмотрение ограничено вкладом в тензор инерции только одной осесимметричной гармоникой. Ключевые слова: общая теория относительности, нейтронные звезды, прецессия. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56829.f240-23.

24.01-01.562 К вопросу о 36-летнем цикле в солнечной активности. *Огуцов М.Г.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1819-1821. Рус.

Проанализирован ряд данных о потоке космогенного ^{10}Be в ледяном керне, извлеченном со станции Купол Фудзи (Восточная Антарктида), охватывающий период 700–1876 гг. н. э. Фурье-анализ и вейвлетный анализ показали наличие в этом ряду цикличности с периодом около 36 лет. Поскольку поток ^{10}Be содержит информацию о вариациях приходящей в атмосферу Земли космической радиации, связанных в основном с изменением солнечной активности, выявленная периодичность может быть результатом соответствующего солнечного цикла. Также обсуждена возможная климатическое происхождение 36-летней вариации. Ключевые слова: солнечная активность, солнечная палеоастрофизика, климат. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56830.f228-23.

24.01-01.563 Сцинтилляционная установка Taiga-muon: статус и перспективы. *Илюшин М.А., Астапов И.И., Безъязыков П.А., Бонвеч Е.А., Бородин А.Н., Буднев Н.М., Булан А.В., Вайдянатан А., Волков Н.В., Волчугов П.А., Воронин Д.М., Гафа-*

ров А.Р., Гармаш А.Ю., Гребенюк В.М., Гресь Е.О., Гресь О.А., Гресь Т.И., Гринюк А.А., Гришин О.Г., Дячок А.Н., Журов Д.П., Загородников А.В., Иванова А.Д., Иванова А.Л., Калмыков Н.Н., Киндин В.В., Кирюхин С.Н., Кокоулин Р.П., Колосов Н.И., Компаниец К.Г., Коростелева Е.Е., Кожин В.А., Кравченко Е.А., Крюков А.П., Кузьмичев Л.А., Кьявасса А., Лагутин А.А., Лаврова М.В., Лемешев Ю.Е., Лубсандоржиев Б.К., Лубсандоржиев Н.Б., Малахов С.Д., Монгоев Р.Д., Миргазов Р.Р., Окунева Э.А., Осипова Э.А., Пахорукоев А.Л., Пан А., Панов А.Д., Паньков Л.В., Петружин А.А., Подгрудков Д.А., Попова Е.Г., Постников Е.Б., Просин В.В., Птускин В.С., Пушкин А.А., Разумов А.Ю., Райкин Р.И., Рубцов Г.И., Рябов Е.В., Самолига В.С., Сатышев И., Силаев А.А., Силаев(мл.) А.А., Сидоренков А.Ю., Скуригин А.В., Соколов А.В., Свешишников Л.Г., Таболенко В.А., Танаев А.Б., Терновой М.Ю., Ткачев Л.Г., Ушаков Н.А., Чернов Д.В., Яшин И.И. Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1822-1825. Рус.

Приведены описание сцинтилляционной установки TAIGA-Muon в составе астрофизического комплекса TAIGA (Tunka Advanced Instrument for Cosmic Ray Physics and Gamma Astronomy), научная программа исследований, методика восстановления параметров широких атмосферных ливней и результаты тестовых наборов экспериментальных данных. Ключевые слова: космические лучи, широкий атмосферный ливень, сцинтилляционная установка TAIGA-Muon, экспериментальный комплекс TAIGA. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56831.f216-23.

24.01-01.564 Регистрация звездных прохождений посредством полупроводниковой матрицы в реальном времени. *Толстой А.Л., Петров С.Д., Смирнов С.С., Трофимов Д.А., Грачев С.И.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1826-1829. Рус.

Рассмотрена проблема использования КМОП-матриц для регистрации прохождений звезд на пассажном инструменте. Проведен проект модернизации пассажного инструмента и текущие результаты работы по отработке технологий для создания модернизированного пассажного инструмента. Рассмотрена проблема специфических для КМОП-матриц артефактов изображений, и предложена методика калибровки снимков, убирающая эти артефакты для наблюдений методом прохождений звезд. Предложенная методика не требует специальных калибровочных снимков, что упрощает работу и делает получение итогового результата быстрее в перспективе в режиме реального времени. Ключевые слова: калибровка изображений, шум фиксированного распределения. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56832.f252-23.

24.01-01.565 Модернизация сцинтилляционных счетчиков установки TAIGA-Muon. *Монгоев Р.Д., Астапов И.И., Безъязыков П.А., Бонвеч Е.А., Бородин А.Н., Буднев Н.М., Булан А.В., Вайдянатан А., Волков Н.В., Волчугов П.А., Воронин Д.М., Гафаров А.Р., Гармаш А.Ю., Гребенюк В.М., Гресь Е.О., Гресь О.А., Гресь Т.И., Гринюк А.А., Гришин О.Г., Дячок А.Н., Журов Д.П., Загородников А.В., Иванова А.Д., Иванова А.Л., Илюшин М.А., Калмыков Н.Н., Киндин В.В., Кирюхин С.Н., Кокоулин Р.П., Колосов Н.И., Компаниец К.Г., Коростелева Е.Е., Кожин В.А., Кравченко Е.А., Крюков А.П., Кузьмичев Л.А., Кьявасса А., Лагутин А.А., Лаврова М.В., Лемешев Ю.Е., Лубсандоржиев Б.К., Лубсандоржиев Н.Б., Малахов С.Д., Миргазов Р.Р., Окунева Э.А., Осипова Э.А., Пахорукоев А.Л., Пан А., Панов А.Д., Паньков Л.В., Петружин А.А., Подгрудков Д.А., Попова Е.Г., Постников Е.Б., Просин В.В., Птускин В.С., Пушкин А.А., Разумов А.Ю., Райкин Р.И., Рубцов Г.И., Рябов Е.В., Самолига В.С., Сатышев И., Силаев А.А., Силаев (мл.) А.А., Сидоренков А.Ю., Скуригин А.В., Соколов А.В., Свешишников Л.Г., Таболенко В.А., Танаев А.Б., Терновой М.Ю., Ткачев Л.Г., Ушаков Н.А., Чернов Д.В., Яшин И.И.* Журнал технической физики. 2023. 93, № 12, с. 1830-1833. Рус.

В 2019 г. в дополнение к действующей установке Tunka-Grande начато строительство сцинтилляционной установки TAIGA-Muon. Оба эксперимента являются частью астрофизического комплекса TAIGA, предназначенного для решения широкого круга фундаментальных задач в области физики космических лучей и гамма-астрономии. Приведены описание установки TAIGA-Muon и результаты тестовых сеансов измерений. Также представлены новая конфигурация кластеров и проект модернизации конструкции сцинтилляционных счетчиков. Ключевые слова: космические лучи, широкий атмосферный ливень, сцинтилляционная установка TAIGA-Muon, астрофизический комплекс TAIGA. DOI: 10.61011/JTF.2023.12.56833.f214-23.

24.01-01.566 Атмосферные планетарные волны на ионосферных высотах по данным обсерватории Москва (ИЗМИРАН). Рябова С.А., Шалимов С.Л. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2023. 59, № 6, с. 731-739. Рус.

По данным мониторинга горизонтальной компоненты индукции геомагнитного поля и высотно-частотного зондирования критической частоты F-слоя ионосферы на обсерватории "Москва" исследованы вариации ионосферного тока в нижней ионосфере и плотности плазмы верхней ионосферы. Показано, что в спектрах временных вариаций геомагнитного поля и критической частоты F2-слоя в диапазоне планетарных волн в зимний период присутствуют как гармоники, связанные с солнечной активностью, так и гармоники, соответствующие квази-5, 10 и 16-дневным планетарным волнам. Привлечение данных регистрации геомагнитного поля за двадцатилетний временной интервал (с 2001 по 2020 гг.) позволило выделить более тонкие эффекты, а именно, выделены гармоники, связанные с модуляционным воздействием более длиннопериодных вариаций и приливным воздействием. Ключевые слова: планетарные волны, вариации плотности ионосферной плазмы, вариации магнитного поля Земли, модуляция, лунно-солнечный прилив.

24.01-01.567 Российские исследования планетных атмосфер в 2019—2022 гг. Короблев О.И. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2023. 59, № 7, с. 955-975. Рус.

Представлен обзор исследований атмосфер планет Солнечной системы, выполненных российскими учеными за 2019—2022 гг., подготовленный в Комиссии по атмосферам планет Национального геофизического комитета для Национального доклада по метеорологии и атмосферным наукам на 28-й Генеральной Ассамблее Международного союза геодезии и геофизики (IUGG-2023) в Берлине. Ключевые слова: атмосфера, метеорология, планета, состав атмосферы, циркуляция атмосферы, суперротация, перенасыщение, атмосферные потери, метан, озон, малые составляющие атмосферы, пыль, облака, Венера, Марс, Сатурн, Титан, Плутон, спектроскопия.

24.01-01.568 GRB 221009A, его предшественник и два послесвечения в данных Ферми. Штерн В., Ткачев И. Письма в ЖЭТФ. 2023. 118, № 7, с. 562-569. Рус.

DOI: 10.31857/S123456782320003X.

24.01-01.569 Повышение чувствительности нейтринного телескопа Baikal-GVD с помощью внешних гирлянд оптических модулей. Аврорин А.В., Аврорин А.Д., Айнутдинов В.М., Алашвердян В.А., Бардачова З., Белолопников И.А., Борина И.В., Буднев Н.М., Гафаров А.Р., Голубков К.В., Горшков Н.С., Гресь Т.И., Дворницкий Р., Джалилбаев Ж.А.М., Дик В.Я., Домогацкий Г.В., Дорошенко А.А., Дячок А.Н., Елжов Т.В., Заборов Д.Н., Кебкал В.К., Кебкал К.Г., Кожин В.А., Колбин М.М., Коницев К.В., Коробченко А.В., Кошечкин А.П., Круглов М.В., Крюков М.К., Кулепов В.Ф., Малышкин Ю.М., Миленин М.Б., Миргазов Р.Р., Назари В., Наумов Д.В., Петухов Д.П., Плисковский Е.Н., Розанов М.И., Рушай В.Д., Рябов Е.В., Сафронов Г.Б., Сеитова Д., Сиренко А.Э., Скурихин А.В., Соловьев А.Г., Сороковилов М.Н., Стромаков А.П., Суворова О.В., Таболенко В.А., Тарацанский Б.А., Файт Л., Хатун А., Храмов Е.В., Шайбонов Б.А., Шелепов М.Д., Шимкович Ф., Штекл И., Эцгеро

ва Э., Яблокова Ю.В. Приборы и техника эксперимента. 2023, № 6, с. 126-134. Рус.

В оз. Байкал продолжается развертывание глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD. К апрелю 2022 было введено в эксплуатацию 10 кластеров телескопа, в состав которых входит 2880 оптических модулей. Одной из актуальных задач Байкальского проекта является исследование возможностей увеличения эффективности регистрации детектора на основе опыта его эксплуатации и результатов, полученных на других нейтринных телескопах за последние годы. В данной работе рассматривается вариант оптимизации конфигурации телескопа, основанный на установке дополнительной гирлянды оптических модулей между кластерами детектора (внешней гирлянды). Экспериментальная версия внешней гирлянды была установлена в оз. Байкал в апреле 2022 года. В работе представлены результаты расчетов эффективности регистрации нейтринных событий для новой конфигурации установки, техническая реализация системы регистрации и сбора данных внешней гирлянды и первые результаты ее натурных испытаний в оз. Байкал.

24.01-01.570 Магнитное поле во внутреннем околоземном пространстве. Малазов В.В., Алексеев В.В., Голубков В.С., Майоров А.Г., Роденко С.А., Юлбарисов Р.Ф. УФН. 2023. 193, № 10, с. 1025-1046. Рус.

Дано общее представление о разработке современных моделей магнитного поля внутренней магнитосферы Земли начиная от выбора экспериментальных результатов и заканчивая аппроксимацией и представлением выходных данных модели. В частности, описаны все основные источники магнитного поля, их учёт в различных моделях, подходы к параметризации поля. Кратко приведена история изучения магнитного поля Земли, описаны современные и более ранние экспериментальные данные, используемые при разработке моделей, а также математический аппарат, составляющий их ядро. Приведены основные характеристики и особенности большинства современных моделей, описывающих магнитное поле Земли во внутренней магнитосфере.

24.01-01.571 Начальные эпизоды химической эволюции межгалактической среды. Щекин Ю.А., Васильев Е.О., Шустов В.М. УФН. 2023. 193, № 11, с. 1137-1161. Рус.

Обсуждается современное состояние проблемы происхождения и транспорта "тяжёлых" ($A > 4$) химических элементов во Вселенной. Начало звёздного нуклеосинтеза (ЗНС) относится, по-видимому, к эпохам с красным смещением $z \gtrsim 20$ (возраст Вселенной $t_U \lesssim 180$ млн лет). В настоящее время следы ЗНС видны в отдельных случаях в галактиках на красных смещениях $z \sim 10^{-15}$ ($t_U \sim 500-270$ млн лет). Массовое перераспределение тяжёлых элементов из галактик по Вселенной в основном под действием мощных взрывных процессов стало возможным в период реионизации на $z \lesssim 6$ ($t_U \gtrsim 940$ млн лет). Корректная интерпретация наблюдательных данных требует детального понимания динамики переноса и перемешивания химических элементов во Вселенной. Теоретические модели предсказывают их крайне неоднородное распределение начиная от межзвёздной среды на шкале расстояний в несколько сотен световых лет до межгалактической среды в десятки миллионов световых лет. Это проявляется в наблюдениях абсорбционных спектров квазаров вплоть до красных смещений $z \sim 6$ и приводит к наблюдательной селекции. Обзор посвящён обсуждению ранних стадий истории химического обогащения Вселенной, как она воспринимается нами сейчас с учётом эффектов наблюдательной селекции. Кратко описаны наблюдательные данные и теоретические представления, составляющие основу современного понимания сложного процесса химической эволюции Вселенной.

24.01-01.572 Магниторотационная неустойчивость в кеплеровских дисках: нелокальный подход. Шакура Н.И., Постнов К.А., Колесников Д.А., Липунова Г.В. УФН. 2023. 193, № 12, с. 1340-1355. Рус.

В рамках нелокального подхода пересмотрен модальный анализ малых возмущений кеплеровского течения идеального газа, приводящих к магниторотационной неустойчивости, как в постоянном вертикальном магнитном поле, так и в случае ра-

диально изменяющейся фоновой альвеновской скорости. Моды магниторотационных возмущений описываются дифференциальным уравнением типа уравнения Шрёдингера с некоторым эффективным потенциалом, включающим в простом случае, когда альвеновская скорость постоянна по радиусу, “отталкивающий” ($1/r^2$) и “притягивающий” ($-1/r^3$) члены. Учёт радиальной зависимости фоновой альвеновской скорости приводит к качественному изменению формы эффективного потенциала. Показано, что в “неглубоких” потенциалах нет стационарных уровней энергии, соответствующих неустойчивым модам $\omega^2 < 0$. В тонких аккреционных дисках длина волны возмущения $\lambda = 2\pi/k_z$ меньше полутолщины h диска только в “глубоких” потенциалах. Найдена предельная величина фоновой альвеновской скорости $(c_A)_{cr}$, выше которой магниторотационная неустойчивость не возникает. В тонких аккреционных дисках при малой фоновой альвеновской скорости $c_A \ll (c_A)_{cr}$ инкремент магниторотационной неустойчивости $\Omega \approx -\sqrt{3} c_A k_z$ подавлен по сравнению со значением, получаемым в локальном анализе возмущений.

24.01-01.573 Экспериментальные характеристики лазерной атмосферно-волоконной системы обнаружения акустических инфразвуковых колебаний в задачах геоэкологического мониторинга. Бритвин А.В., Коняев С.И., Поллер В.В., Поллер А.Б., Хайретдинов М.С. Автоматрия. 2023. 59, № 12, с. 74-79. Рус.

Рассматривается задача измерения пространственно-временных и энергетических параметров акустических инфразвуковых колебаний в атмосфере на базе размещения лазерных и волоконных линий в зонах геоэкологического мониторинга. В основе измерений лежит явление акустооптического преобразования на инфранизких частотах, связанного с влиянием внешнего акустического волнового поля на характеристики распространения в этом поле лазерных импульсных пучков. В качестве внешних источников поля используются фоновые и антропогенные атмосферные акустические процессы. Измеряемым параметром является флуктуация фазы (частоты) атмосферного оптического сигнала относительно опорного оптического волоконного сигнала. Приводятся характеристики лазерной атмосферно-волоконной системы и некоторые результаты экспериментов по оценке статистики флуктуаций фазы атмосферных лазерных импульсов и параметры инфразвуковых полей в заданной атмосферной зоне мониторинга.

24.01-01.574 Беспилотный самолет коробчатой схемы крыла для исследования атмосферы Марса. Гуреш Д., Кулаков И.Ф., Толкачев М.А. Вестник Московского авиац. ин-та. 2023. 30, № 4, с. 46-57. Рус.

Приведено обобщение результатов расчетных междисциплинарных исследований перспективной компоновки беспилотного самолета коробчатой схемы крыла, разработанного для полета в атмосфере Марса. Важными положительными свойствами такой компоновки являются компактность несущей поверхности и возможность ее помещения в десантном модуле ракеты-носителя. Рассмотрено несколько режимов обтекания, и оценено напряженно-деформированное состояние условной конструктивно-силовой схемы крыла.

24.01-01.575 Инновационный подход к обеспечению радиационной защиты обитаемых космических баз. Алифанов О.М., Ермаков В.Ю., Туфан А., Бирюкова М.В., Васиков Д.В. Вестник Московского авиац. ин-та. 2023. 30, № 4, с. 88-97. Рус.

Проводятся расчетно экспериментальные исследования активной защиты модулей космической среды обитания от заряженных частиц с использованием специального программного обеспечения на базе пакета MATLAB. Выполняется оценка пассивной защиты модулей космической среды обитания по дозам облучения образцов гасителей колебаний. Представлен подход к обеспечению защиты модулей космической среды обитания от заряженных частиц на основе перспективных наноматериалов, таких как магнитная жидкость и полые сферы, покрытые магнетитом.

24.01-01.576 Сферически-симметричные нестатические решения уравнений Эйнштейна. Выблый Ю.П., Леонович А.А. Известия НАН Беларуси. Серия физико-математических наук. 2023. 59, № 4, с. 308-314. Рус.

Рассмотрены нестатические вакуумные сферически-симметричные решения системы уравнений Эйнштейна и условия гармоничности в системе координат с отличной от нуля пространственно-временной компонентой метрики. Для случая слабого поля получено частное решение приближенных уравнений, которое соответствует нестатическому источнику, граница которого движется с постоянной скоростью. Для точных уравнений Эйнштейна получено решение волнового типа, определяемое двумя заданными неявно функциями, зависящими, соответственно, от запаздывающего аргумента и радиальной координаты. Обсуждается связь этих решений с теоремой Биркгофа.

См. также 24.01-01.8, 24.01-01.9, 24.01-01.10, 24.01-01.197, 24.01-01.210, 24.01-01.228, 24.01-01.229, 24.01-01.230, 24.01-01.233, 24.01-01.294, 24.01-01.297, 24.01-01.298, 24.01-01.299, 24.01-01.300, 24.01-01.304

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

В

Bhuyan K. 24.01-01.493
Bhuyan P. 24.01-01.493

С

Chamua M. 24.01-01.493
Chiavassa A. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559
Скурухун А.В. 24.01-01.563

F

Frenz M. 24.01-01.93
Frolenkov I.V. 24.01-01.67

H

Hanaoka Y. 24.01-01.360

J

Jaeger M. 24.01-01.93

K

Kуселев Н.Н. 24.01-01.349

L

Leghari G.M. 24.01-01.498
Li L.Y. 24.01-01.498

N

Namuun B. 24.01-01.498

S

Sakurai T. 24.01-01.360
Sorokin R.V. 24.01-01.67

T

Tsegmed B. 24.01-01.498

V

Vaidyanathan A. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559
Volovik G.E. 24.01-01.304

Z

Zubrov I.E. 24.01-01.67

А

Аббакумов К.Е. 24.01-01.217
Абдельазиз А.М. 24.01-01.333
Абдурахимов А.А. 24.01-01.481
Абраменко Д.С. 24.01-01.268
Аврорин А.В. 24.01-01.569
Аврорин А.Д. 24.01-01.569
Агаев Ф.Г. 24.01-01.404
Агафонов А.А. 24.01-01.81
Агишев А.Р. 24.01-01.162
Адхикари Б.Р. 24.01-01.43
Азимов А.М. 24.01-01.326
Айзенштадт А.М. 24.01-01.238
Айнутдинов В.М. 24.01-01.569

Аитов В.Н. 24.01-01.311,
24.01-01.318
Акбашев Р.Р. 24.01-01.229
Акользин И.В. 24.01-01.269
Аксененко И.А. 24.01-01.55
Аксёнов П.Ю. 24.01-01.413
Аксенович Т.В. 24.01-01.517
Александров В.А. 24.01-01.206,
24.01-01.207
Александрова А.Г. 24.01-01.526
Алексеев В.В. 24.01-01.570
Алексеев И.И. 24.01-01.436
Алексеев И.Ю. 24.01-01.362
Алексеева А.А. 24.01-01.58
Алешкин В.М. 24.01-01.248
Алиев С.Г. 24.01-01.320
Алиева А.Д. 24.01-01.407
Алиева А.Дж. 24.01-01.401
Алиева А.Дж. 24.01-01.380
Алифанов О.М. 24.01-01.575
Аллахвердян В.А. 24.01-01.569
Алпатов В.В. 24.01-01.387,
24.01-01.388, 24.01-01.389,
24.01-01.403
Алтай Е. 24.01-01.279
Алтынцев А.Т. 24.01-01.502,
24.01-01.518
Алышов С.Ф. 24.01-01.324
Алышова З.М. 24.01-01.320
Аль-Шиблави О.М. 24.01-01.350
Амелькин Н.И. 24.01-01.465
Ананенко В.М. 24.01-01.486
Ананьева В.И. 24.01-01.376
Андреев А.О. 24.01-01.544,
24.01-01.546, 24.01-01.549,
24.01-01.551, 24.01-01.552
Андреев В.Г. 24.01-01.81
Андреев В.Е. 24.01-01.461
Андреев О.А. 24.01-01.198
Андреева И.Г. 24.01-01.255
Андреева О. 24.01-01.371
Анохин Н.В. 24.01-01.251
Аношкин А.Н. 24.01-01.90
Антонов Ю.А. 24.01-01.466
Антоновская Г.Н. 24.01-01.222
Антохин И.И. 24.01-01.313,
24.01-01.316
Антохина Э.А. 24.01-01.313
Анфиногентов С.А. 24.01-01.518
Аплатенков С.В. 24.01-01.423,
24.01-01.443
Аполихин О.И. 24.01-01.251
Аристов А.И. 24.01-01.68
Арутюнян Д.А. 24.01-01.394,
24.01-01.396, 24.01-01.397,
24.01-01.414, 24.01-01.417
Арутюнян С. 24.01-01.460
Архангельский Р.Н. 24.01-01.340,
24.01-01.341
Аршинкин С.С. 24.01-01.334,
24.01-01.346, 24.01-01.351
Асадов Х.Г. 24.01-01.380,
24.01-01.401, 24.01-01.404
Асадчая М.В. 24.01-01.91
Аслам О.П.М. 24.01-01.489
Астапов И. 24.01-01.556
Астапов И.И. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Асфандияров И.М. 24.01-01.328
Асфандияров Ш.А. 24.01-01.81
Атаджанова О.А. 24.01-01.45
Афанасьев Н.Т. 24.01-01.543

Афонин Н.Ю. 24.01-01.222
Ахметжанов Р.В. 24.01-01.459
Ахметов О.И. 24.01-01.299,
24.01-01.512
Ахметова О.В. 24.01-01.215
Ахунзянова К.А. 24.01-01.90

Б

Баев А.Р. 24.01-01.91
Баева С.И. 24.01-01.290
Базилевич С.О. 24.01-01.416
Базилевская Г.А. 24.01-01.489
Баканас Е.С. 24.01-01.354
Бакуменко С.А. 24.01-01.155
Балабин Ю.В. 24.01-01.499,
24.01-01.512
Балакирева Н.В. 24.01-01.202
Баланов И.А. 24.01-01.271
Балашев С.А. 24.01-01.553
Балтаева И.И. 24.01-01.34
Балякова А.А. 24.01-01.258
Банин М.В. 24.01-01.412
Банин М.В. 24.01-01.390
Барабанов С.И. 24.01-01.335,
24.01-01.354
Бараева Л.Р. 24.01-01.289
Барат В.А. 24.01-01.283
Баргуев С.Г. 24.01-01.56
Бардаков В.В. 24.01-01.283
Бардачова З. 24.01-01.569
Баринов О.Г. 24.01-01.469
Барсуков А.Р. 24.01-01.97,
24.01-01.268
Барсуков Д.П. 24.01-01.542
Барта М. 24.01-01.365, 24.01-01.367
Бартая Н.В. 24.01-01.323
Барышников А.С. 24.01-01.89
Басакина И.М. 24.01-01.222
Басова Е.В. 24.01-01.538
Батанов А.К. 24.01-01.168
Батов А.В. 24.01-01.540
Баходдин И.Б. 24.01-01.301
Башарина Т.А. 24.01-01.269
Безъязыков П. 24.01-01.556
Безъязыков П.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Бекирова Л.Р. 24.01-01.401
Белаховский В.Б. 24.01-01.497,
24.01-01.512, 24.01-01.514
Белая Л.А. 24.01-01.58
Белевитин А.А. 24.01-01.276
Белинский А.А. 24.01-01.539
Белишев М.И. 24.01-01.26
Белов А.В. 24.01-01.424
Белов А.С. 24.01-01.253
Белов С.П. 24.01-01.253
Белова О. 24.01-01.367
Белова О.М. 24.01-01.310,
24.01-01.363
Белоконов И.В. 24.01-01.428
Белолопчиков И.А. 24.01-01.569
Белотелов В.И. 24.01-01.88
Белоусова Е.П. 24.01-01.494
Белякова Н.Г. 24.01-01.449
Бербенева Н.А. 24.01-01.393,
24.01-01.402, 24.01-01.410
Березин И.А. 24.01-01.368
Бернгардт О.И. 24.01-01.492
Бероня Д.М. 24.01-01.558
Бескровная Н.Г. 24.01-01.344
Беспалов П.А. 24.01-01.427

Бибиков С.Б. 24.01-01.288
 Билин В.А. 24.01-01.517
 Бирюкова М.В. 24.01-01.575
 Бисикало Д.В. 24.01-01.338
 Благовещенская Н.Ф. 24.01-01.228,
 24.01-01.464, 24.01-01.506
 Блинкова Е.В. 24.01-01.526
 Бобошко М.Ю. 24.01-01.259
 Бобровницкий Ю.И. 24.01-01.52
 Богатый А.В. 24.01-01.456,
 24.01-01.459
 Богачев Е.А. 24.01-01.459
 Богачев М.И. 24.01-01.122
 Богачёв С.А. 24.01-01.488
 Богачев С.А. 24.01-01.495
 Богачёв С.А. 24.01-01.519
 Богданов Т.К. 24.01-01.151,
 24.01-01.167
 Богод В.М. 24.01-01.369,
 24.01-01.422
 Богодяж С.Д. 24.01-01.383
 Богомолова Л.К. 24.01-01.272
 Бодунов Д.М. 24.01-01.412
 Боев А.В. 24.01-01.145
 Бонвеч Е. 24.01-01.556
 Бонвеч Е.А. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Борина И.В. 24.01-01.569
 Борисенко А.В. 24.01-01.519
 Борисова Т.Д. 24.01-01.228,
 24.01-01.464, 24.01-01.506
 Бородин А. 24.01-01.556
 Бородин А.Н. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Бородин М.А. 24.01-01.172
 Бородина И.А. 24.01-01.42
 Брагина А.А. 24.01-01.414,
 24.01-01.418
 Бражкин В.В. 24.01-01.40
 Браткова М.Е. 24.01-01.531
 Брешев Е.Н. 24.01-01.483
 Бритвин А.В. 24.01-01.573
 Бритенков А.К. 24.01-01.63
 Бубенчиков М.А. 24.01-01.225
 Буднев Н. 24.01-01.556
 Буднев Н.М. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565, 24.01-01.569
 Будников П.А. 24.01-01.514
 Булан А. 24.01-01.556
 Булан А.В. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Булгаков К.Ю. 24.01-01.44
 Бульчев А.А. 24.01-01.398
 Бульчев А.С. 24.01-01.154
 Буньков Ю.М. 24.01-01.88
 Бурдин И.М. 24.01-01.276
 Бурдинский И.Н. 24.01-01.203
 Бурдуковская В.Г. 24.01-01.116
 Бурлаков В.С. 24.01-01.56
 Буров В.А. 24.01-01.406
 Буяхишиг Р. 24.01-01.333
 Бхатгачарья П. 24.01-01.43
 Быкова Н.Г. 24.01-01.530
 Бычков К. 24.01-01.367
 Бычков К.В. 24.01-01.310,
 24.01-01.363
 Бычков О.П. 24.01-01.235
 Бычкова Е.В. 24.01-01.260

В

Вагин А.В. 24.01-01.172,
 24.01-01.217
 Важенин Н.А. 24.01-01.452,
 24.01-01.455
 Вайдянатан А. 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Вакурин В.С. 24.01-01.359
 Валиуллин Ф.С. 24.01-01.347
 Валявин Г.Г. 24.01-01.311
 Ван Л. 24.01-01.49
 Ванкевич Р.Е. 24.01-01.179
 Варгасов А.В. 24.01-01.243
 Васенин С.А. 24.01-01.62
 Васиков Д.В. 24.01-01.575
 Васильев А.Ю. 24.01-01.48
 Васильев В.А. 24.01-01.234
 Васильев Е.О. 24.01-01.571
 Васильева В.К. 24.01-01.270
 Ведяшкина А.В. 24.01-01.302
 Верич Ю. 24.01-01.375
 Ветошко П.М. 24.01-01.88
 Виноградов М.П. 24.01-01.230
 Винокуров А.С. 24.01-01.321,
 24.01-01.325, 24.01-01.330,
 24.01-01.331
 Винокуров Д.Л. 24.01-01.85
 Вировлянский А.Л. 24.01-01.202
 Витальский А.В. 24.01-01.111
 Вишняков Д.Д. 24.01-01.396,
 24.01-01.397, 24.01-01.414,
 24.01-01.417, 24.01-01.418
 Власов С.Н. 24.01-01.36
 Волгин П.Н. 24.01-01.165
 Волков Н. 24.01-01.556
 Волков Н.В. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Волкова А.А. 24.01-01.137
 Волкомирская Л.Б. 24.01-01.299
 Володин Р.С. 24.01-01.521
 Волосова М.А. 24.01-01.285
 Волощенко Е.В. 24.01-01.108
 Волчугов П. 24.01-01.556
 Волчугов П.А. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Вольвач А.Е. 24.01-01.445
 Вольвач Л.Н. 24.01-01.445
 Воробей А.В. 24.01-01.91
 Воробьев А.В. 24.01-01.497
 Воробьева Г.Р. 24.01-01.497
 Воронин Д. 24.01-01.556
 Воронин Д.М. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Воронина Е.В. 24.01-01.231
 Воронина И.С. 24.01-01.307
 Выблый Ю.П. 24.01-01.576
 Высоцкий А.Г. 24.01-01.387,
 24.01-01.388, 24.01-01.389,
 24.01-01.403
 Вьюгинова А.А. 24.01-01.217
 Вьюшкова Т.Ю. 24.01-01.390

Г

Гаврилин А.Н. 24.01-01.282
 Гаврилов А.А. 24.01-01.48
 Гаврилов Н.М. 24.01-01.210
 Гайнетдинова А.А. 24.01-01.497
 Гайнуллина Э.Р. 24.01-01.328
 Гайсин Р.А. 24.01-01.322
 Гайфуллин А.М. 24.01-01.306
 Галий С.Н. 24.01-01.145,

24.01-01.153

Галимова Э.К. 24.01-01.325
 Гарбарук Е.С. 24.01-01.259
 Гармаш А. 24.01-01.556
 Гармаш А.Ю. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Гафаров А. 24.01-01.556
 Гафаров А.Р. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565, 24.01-01.569
 Гвоздецкий Б.Б. 24.01-01.499
 Герасимов Г.Я. 24.01-01.530
 Германенко А.В. 24.01-01.499
 Гешеле В.Д. 24.01-01.95
 Гильфанов М.Р. 24.01-01.548
 Гималтдинов И.К. 24.01-01.64
 Гималтдинова А.А. 24.01-01.64
 Гинзбург Т.В. 24.01-01.484
 Глебов С.Е. 24.01-01.269
 Глоба М.В. 24.01-01.502
 Глухов В.А. 24.01-01.107
 Глухов Я.В. 24.01-01.384
 Голенищев-Кутузов А.В. 24.01-01.281
 Голенищев-Кутузов В.А. 24.01-01.281
 Головчинская Н.В. 24.01-01.484
 Гололобов П.Ю. 24.01-01.503
 Голубев В.И. 24.01-01.220
 Голубков В.С. 24.01-01.570
 Голубков К.В. 24.01-01.569
 Гольх Р.Н. 24.01-01.97
 Гольбрайх Е. 24.01-01.31
 Гольдин Ю.А. 24.01-01.107
 Гончар А.В. 24.01-01.53
 Гончаров А.Е. 24.01-01.170
 Гончарова Е.А. 24.01-01.170
 Горбачев Р.И. 24.01-01.186
 Горбачева Е.А. 24.01-01.314
 Гордеев Е.И. 24.01-01.423
 Гордеев С.В. 24.01-01.459
 Горчинский С.О. 24.01-01.7
 Горшанов Д.Л. 24.01-01.555
 Горшков А. 24.01-01.365,
 24.01-01.367
 Горшков А.Б. 24.01-01.310
 Горшков Н.С. 24.01-01.569
 Горяев Ф.Ф. 24.01-01.420
 Готовцев И.С. 24.01-01.505
 Градова О.В. 24.01-01.246
 Грамузов Е.М. 24.01-01.129
 Грац Ю.В. 24.01-01.537
 Грац Ю.В. 24.01-01.535
 Грачев С.И. 24.01-01.564
 Гребенюк В. 24.01-01.556
 Гребенюк В.М. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Гребнев И.А. 24.01-01.387,
 24.01-01.388, 24.01-01.389,
 24.01-01.403
 Гресь Е.О. 24.01-01.556,
 24.01-01.557, 24.01-01.559,
 24.01-01.563, 24.01-01.565
 Гресь О.А. 24.01-01.556,
 24.01-01.557, 24.01-01.559,
 24.01-01.563, 24.01-01.565
 Гресь Т.И. 24.01-01.556,
 24.01-01.557, 24.01-01.559,
 24.01-01.563, 24.01-01.565,
 24.01-01.569
 Гречкин А.А. 24.01-01.359
 Григоренко Е.Е. 24.01-01.438
 Григорьев В.Г. 24.01-01.503
 Григорьев Л.В. 24.01-01.84
 Григорьев Р.С. 24.01-01.263

Григорьев С.Н. 24.01-01.285
Григорьева И.Ю. 24.01-01.439
Григорьева С.А. 24.01-01.496
Гриненков А.В. 24.01-01.136
Гринюк А. 24.01-01.556
Гринюк А.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Гриняев Ю.В. 24.01-01.77
Гришин О. 24.01-01.556
Гришин О.Г. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Груздков А.А. 24.01-01.89
Грузликов А.М. 24.01-01.191
Губайдуллин М.Р. 24.01-01.215
Губанков А.С. 24.01-01.139
Губенко В.Н. 24.01-01.461
Губенко Д.В. 24.01-01.461
Губенко Т.В. 24.01-01.461
Губина К.А. 24.01-01.307
Гудкова Т.В. 24.01-01.415,
24.01-01.540
Гуереш Д. 24.01-01.574
Гузев М.А. 24.01-01.75
Гузевич С.Н. 24.01-01.297
Гулевич О.А. 24.01-01.299
Гулиев Р.М. 24.01-01.314
Гулин О.Э. 24.01-01.106
Гульельми А.В. 24.01-01.511,
24.01-01.513
Гумбатов А.Д. 24.01-01.405
Гумбатов Д.А. 24.01-01.404
Гурбатов С.Н. 24.01-01.86
Гусев В.Д. 24.01-01.348, 24.01-01.350
Гусев Е.В. 24.01-01.294
Гусев О.И. 24.01-01.73
Гусева Е.Н. 24.01-01.522
Гусева С.А. 24.01-01.430
Гусейнов С.Ш. 24.01-01.319
Гусейнов Ш.Ш. 24.01-01.319
Гусейнова Ф.С. 24.01-01.324
Гущина Р.Т. 24.01-01.424

Д

Данилов А.Д. 24.01-01.393
Данилов А.Д. 24.01-01.378,
24.01-01.391, 24.01-01.402,
24.01-01.410
Данилов В.Е. 24.01-01.238
Данилов В.Н. 24.01-01.284
Данилов К.Б. 24.01-01.222
Данилов Н.А. 24.01-01.125,
24.01-01.140
Данилов С.И. 24.01-01.444
Данилова О.А. 24.01-01.421,
24.01-01.504
Дац Е.П. 24.01-01.75
Дворницки Р. 24.01-01.569
Девяткин А.В. 24.01-01.555
Девяткина Т.Ю. 24.01-01.523
Дементьев И.И. 24.01-01.156
Демидов М. 24.01-01.360
Демина Н.Ю. 24.01-01.546,
24.01-01.549
Деминов М.Г. 24.01-01.387,
24.01-01.388, 24.01-01.389,
24.01-01.403
Дерусова Д.А. 24.01-01.282
Джавадов Н.Г. 24.01-01.380
Джилкибаев Ж.А.М. 24.01-01.569
Дзапарова И.М. 24.01-01.314
Диденкулова И.И. 24.01-01.127
Дидык П.И. 24.01-01.440

Дик В.Я. 24.01-01.569
Димидов В.Е. 24.01-01.17
Дмитриев В.С. 24.01-01.282
Дмитриев Н.С. 24.01-01.164
Дмитриев С.П. 24.01-01.87
Добриков Д.А. 24.01-01.205
Добрышкин А.Ю. 24.01-01.57
Доленко С.А. 24.01-01.469
Доля В.К. 24.01-01.145, 24.01-01.153
Домогацкий Г.В. 24.01-01.569
Домрин В.И. 24.01-01.438
Дормидонтов Д.В. 24.01-01.368
Доровских Р.С. 24.01-01.80
Дорохов П.В. 24.01-01.183
Дорошенко А.А. 24.01-01.569
Дружинин Я.М. 24.01-01.292
Дубатков М.А. 24.01-01.190
Дубовой Д.В. 24.01-01.83
Дубровский А.Ю. 24.01-01.146
Дунаева Е.Э. 24.01-01.307
Дьяконов Г.А. 24.01-01.456
Дячок А. 24.01-01.556
Дячок А.Н. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565, 24.01-01.569

Е

Евдокимова М.А. 24.01-01.443
Егоров И.М. 24.01-01.464
Егоров С.Б. 24.01-01.186
Елаков А.Б. 24.01-01.459
Еленин Л.В. 24.01-01.333
Елзов Т.В. 24.01-01.569
Емельяненко В.В. 24.01-01.355
Емельяненко Н.Ю. 24.01-01.356
Емельянов Э. 24.01-01.374,
24.01-01.375
Еремеев В.О. 24.01-01.202
Ермаков В.Ю. 24.01-01.575
Ермаков Д.В. 24.01-01.282
Ермолаев В.И. 24.01-01.121,
24.01-01.181
Ермошкин А.В. 24.01-01.117
Ерошенко Ю.Н. 24.01-01.233
Ерхова Н.Ф. 24.01-01.488
Ершков М.Н. 24.01-01.307
Еселевич В.Г. 24.01-01.509
Еселевич М.В. 24.01-01.332

Ж

Жаворонкова А.Д. 24.01-01.173
Жариков С.В. 24.01-01.558
Жаров В.И. 24.01-01.359
Жашуев Р.М. 24.01-01.487
Жвик В.В. 24.01-01.306
Жданов Д.А. 24.01-01.518
Железный В.Б. 24.01-01.6,
24.01-01.187
Жилин Ф.Е. 24.01-01.416
Жиляков Е.Г. 24.01-01.253
Жужулина Е.А. 24.01-01.349,
24.01-01.353
Жуи Чжоу 24.01-01.454
Жуков А.А. 24.01-01.440
Журавлев В.М. 24.01-01.428
Журавлев Е.А. 24.01-01.236
Журов Д. 24.01-01.556
Журов Д.П. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.560,
24.01-01.563, 24.01-01.565

З

Забаринская Л.П. 24.01-01.462
Забелинский И.Е. 24.01-01.530
Заборов Д.Н. 24.01-01.569
Загидуллин А.А. 24.01-01.544
Заговорчев В.А. 24.01-01.294
Загородников А. 24.01-01.556
Загородников А.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Загорский Г.А. 24.01-01.464
Загреддинов Р.В. 24.01-01.500
Зайцев Б.Д. 24.01-01.42
Заллес Р. 24.01-01.333
Замураев В.П. 24.01-01.211
Захаров В.И. 24.01-01.466
Захаров М.А. 24.01-01.89
Захаров С.Б. 24.01-01.63
Захаров Ю.Н. 24.01-01.47
Захваткин М.В. 24.01-01.333,
24.01-01.342
Зверев А.С. 24.01-01.503
Зелёный Л.М. 24.01-01.21
Зелёный Л.М. 24.01-01.429,
24.01-01.438
Зельдович М.А. 24.01-01.419
Земсков А.А. 24.01-01.273
Зимин А.В. 24.01-01.45,
24.01-01.226, 24.01-01.227
Зимин А.И. 24.01-01.47
Злобина Е.А. 24.01-01.27
Злобина Н.В. 24.01-01.110
Зонтова О.В. 24.01-01.256
Зюзин Д.А. 24.01-01.548,
24.01-01.558

И

Ибрагимов М.А. 24.01-01.338
Ивакин Я.А. 24.01-01.177,
24.01-01.181, 24.01-01.195,
24.01-01.196
Иванов Г.А. 24.01-01.432
Иванов Д.А. 24.01-01.281
Иванов Д.С. 24.01-01.450
Иванов М.А. 24.01-01.522
Иванов М.П. 24.01-01.125,
24.01-01.140
Иванов М.С. 24.01-01.383
Иванова А.Д. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559,
24.01-01.560, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Иванова А.Л. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559,
24.01-01.563, 24.01-01.565
Иванченко Г.С. 24.01-01.50
Иванюхин А.В. 24.01-01.453
Ивашкин В.В. 24.01-01.453
Ивлева Л.И. 24.01-01.307
Игнатов А.И. 24.01-01.432
Ильиных А.Ю. 24.01-01.82
Ильменков С.Л. 24.01-01.33,
24.01-01.35
Ильясов С.П. 24.01-01.329
Илюшин М. 24.01-01.556
Илюшин М.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Инюкина А.М. 24.01-01.134
Иосипенко С.В. 24.01-01.340,
24.01-01.341
Исаев А.Е. 24.01-01.182
Исаева Е.С. 24.01-01.508
Исмаилова Ш.К. 24.01-01.324

Исмаилов Н.З. 24.01-01.324
Исмоилов О.Б. 24.01-01.34
Исрафилов Б.И. 24.01-01.190
Ихсанов Н.Р. 24.01-01.344
Ишков В.Н. 24.01-01.462
Ишков С.А. 24.01-01.441

К

Каган Б.А. 24.01-01.105
Казаков Ю.В. 24.01-01.206,
24.01-01.207
Казанина М.А. 24.01-01.416
Казанков В.К. 24.01-01.126
Казеко А.С. 24.01-01.383
Какалов В.А. 24.01-01.18
Калашников С.А. 24.01-01.262,
24.01-01.263
Калдыбекова А.Б. 24.01-01.325,
24.01-01.331
Калимуллин Р.И. 24.01-01.281
Калинин Д.В. 24.01-01.273
Калинин М.С. 24.01-01.489
Калинина А.П. 24.01-01.211
Калинина Н.В. 24.01-01.129
Калинов М.И. 24.01-01.125
Калишин А.С. 24.01-01.228,
24.01-01.464, 24.01-01.506,
24.01-01.514
Калмыков Н. 24.01-01.556
Калмыков Н.Н. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Калюлин С.Л. 24.01-01.264
Каляев И.А. 24.01-01.11
Каминкер А.Д. 24.01-01.547
Камышев А.Л. 24.01-01.521
Канев Н.Г. 24.01-01.245
Капустин И.А. 24.01-01.117
Капустян Н.К. 24.01-01.222
Карабанов И.В. 24.01-01.203
Карабутов А.А. 24.01-01.78,
24.01-01.287
Карахаян А.А. 24.01-01.507
Каргальцева Н.С. 24.01-01.327
Каримов Р.Г. 24.01-01.322
Каримов Э.З. 24.01-01.469
Карпеев Э.П. 24.01-01.14
Карпов И.А. 24.01-01.52
Карпов Н.В. 24.01-01.349
Карпова А.В. 24.01-01.548,
24.01-01.558
Карпова М.В. 24.01-01.283
Карташов Д.А. 24.01-01.426
Карташова А.П. 24.01-01.355
Касаткин Б.А. 24.01-01.109,
24.01-01.110
Касаткин С.Б. 24.01-01.109,
24.01-01.110
Касимова В.А. 24.01-01.232
Кашапова Л. 24.01-01.365
Каширин Д.А. 24.01-01.459
Кебкал В.К. 24.01-01.569
Кебкал К.Г. 24.01-01.569
Кецко Е.С. 24.01-01.244
Киктенко Е.О. 24.01-01.305
Ким А.А. 24.01-01.447
Ким В.Ю. 24.01-01.411
Кидин В. 24.01-01.556
Кидин В.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Кириллович И.А. 24.01-01.461
Кириченко А.С. 24.01-01.495
Кириченко А.Ю. 24.01-01.558
Кирьянов А.В. 24.01-01.209
Кирюхин С. 24.01-01.556
Кирюхин С.Н. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Кирюшов Б.М. 24.01-01.383
Клейменов В.В. 24.01-01.534
Климушкин Д.Ю. 24.01-01.490
Клишова Е.А. 24.01-01.255
Ключкин А.К. 24.01-01.480
Клюшников В.А. 24.01-01.53,
24.01-01.54
Клячкин А.В. 24.01-01.201
Князев Г.А. 24.01-01.88
Кобелев П.Г. 24.01-01.424
Кобякова С.Е. 24.01-01.444
Ковалев А.С. 24.01-01.464
Ковалев И.И. 24.01-01.510
Ковалевский Н.Г. 24.01-01.165
Коваленко А.М. 24.01-01.527
Коваленко В.В. 24.01-01.179,
24.01-01.180
Коваленко Ю.А. 24.01-01.175
Ковальчук А.В. 24.01-01.93
Коварская Е.З. 24.01-01.192
Когогин Д.А. 24.01-01.500
Кодуков А. 24.01-01.460
Кожевникова А.В. 24.01-01.362
Кожемяченко А.А. 24.01-01.278
Кожин В. 24.01-01.556
Кожин В.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565, 24.01-01.569
Козелов Б.В. 24.01-01.435
Козлов П.В. 24.01-01.530
Козочкин М.П. 24.01-01.285
Кокоулин Р. 24.01-01.556
Кокоулин Р.П. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Колачевский Н.Н. 24.01-01.305
Колбин М.М. 24.01-01.569
Колбин П.Д. 24.01-01.163
Колесников Д.А. 24.01-01.572
Колесниченко И.В. 24.01-01.31
Колмогоров В.С. 24.01-01.161
Колобов В.В. 24.01-01.517
Колоколов И.В. 24.01-01.303
Коломиец Е.С. 24.01-01.432
Колосов Н.И. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559,
24.01-01.563, 24.01-01.565
Колосов Ю.А. 24.01-01.546
Колотов И.И. 24.01-01.300
Колпаков А.В. 24.01-01.251
Комаров В. 24.01-01.358
Комкин А.И. 24.01-01.39
Компаниец К. 24.01-01.556
Компаниец К.Г. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Конашев М.Б. 24.01-01.10
Кондратенко Б.М. 24.01-01.296
Кондратьев Б.П. 24.01-01.538
Коник А.А. 24.01-01.226
Конищев К.В. 24.01-01.569
Консон А.Д. 24.01-01.137,
24.01-01.175
Константинов М.С. 24.01-01.451,
24.01-01.458
Константинова А.В. 24.01-01.378,
24.01-01.391, 24.01-01.393,
24.01-01.402, 24.01-01.410
Коняев С.И. 24.01-01.573
Копосова Е.В. 24.01-01.36
Кораблев О.И. 24.01-01.376,
24.01-01.567
Коренкая А.С. 24.01-01.163,
24.01-01.164
Кориненко А.Е. 24.01-01.120
Корноухов В.С. 24.01-01.538
Коробов А.И. 24.01-01.81
Коробцев И.В. 24.01-01.332
Коробченко А.В. 24.01-01.569
Коростелева Е. 24.01-01.556
Коростелева Е.Е. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Коротышкин Д.В. 24.01-01.347
Косенко Д.Н. 24.01-01.553
Коснырева М.В. 24.01-01.399
Костеев Д.А. 24.01-01.111,
24.01-01.117
Костенков А.Е. 24.01-01.321,
24.01-01.330
Косяков В.А. 24.01-01.96
Котельников Д.Е. 24.01-01.246
Котов В. 24.01-01.370
Кочетов М.В. 24.01-01.416
Кочкаров М.М. 24.01-01.314
Кошечкин А.П. 24.01-01.569
Кошечев П.А. 24.01-01.243
Кравцов А.В. 24.01-01.32
Кравченко В.Н. 24.01-01.112,
24.01-01.114, 24.01-01.198
Кравченко Е. 24.01-01.556
Кравченко Е.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Кравчук Д.А. 24.01-01.92
Кравчун П.Н. 24.01-01.115
Крайнев М.Б. 24.01-01.489
Кранц В.З. 24.01-01.144
Красильщиков М.Н. 24.01-01.448
Красников И.А. 24.01-01.176,
24.01-01.195
Краснов А.В. 24.01-01.192
Крашенинников И.В. 24.01-01.382
Кречетова Э.В. 24.01-01.169
Криволицкий А.А. 24.01-01.390,
24.01-01.412
Круглов М.В. 24.01-01.569
Кружков Д.М. 24.01-01.448
Крутова В.А. 24.01-01.271
Крутых Б.В. 24.01-01.17
Крышов С.И. 24.01-01.246
Крюков А. 24.01-01.556
Крюков А.П. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Крюков М.К. 24.01-01.569
Крючков С.В. 24.01-01.351
Кудашев Е.Б. 24.01-01.131
Кудашов И.А. 24.01-01.251
Кудрявцев Д.О. 24.01-01.318
Кузванов Д.О. 24.01-01.279
Кузин С.П. 24.01-01.336,
24.01-01.337
Кузмищев А.Н. 24.01-01.88
Кузнецов В.Б. 24.01-01.352
Кузнецов Е.А. 24.01-01.21
Кузнецов К.М. 24.01-01.394,
24.01-01.395, 24.01-01.398
Кузнецов М.Ю. 24.01-01.188
Кузнецов С.И. 24.01-01.189
Кузнецов Э.Д. 24.01-01.348,
24.01-01.350
Кузюнова А.Е. 24.01-01.98
Кузьмин А.А. 24.01-01.168
Кузьмин А.К. 24.01-01.385,

- 24.01-01.409
Кузьмичев Л. 24.01-01.556
Кузьмичев Л.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
КукOLEVA A.A. 24.01-01.390,
24.01-01.412
Кулаков А.В. 24.01-01.191
Кулаков И.Ф. 24.01-01.574
Кулепов В.Ф. 24.01-01.569
Кулик А.В. 24.01-01.75
Кулик С.Ю. 24.01-01.209
Куликов В.П. 24.01-01.99
Куликов В.С. 24.01-01.7
Куприков М.Ю. 24.01-01.524
Куприков Н.М. 24.01-01.524
Купряков Ю. 24.01-01.365,
24.01-01.367
Купряков Ю.А. 24.01-01.310
Куражковская Н.А. 24.01-01.515
Куражковский А.Ю. 24.01-01.515
Курбасова Г.С. 24.01-01.445
Куреня А.Н. 24.01-01.314
Куркин А.А. 24.01-01.103,
24.01-01.129
Куркина О.Е. 24.01-01.103
Курников А.А. 24.01-01.93
Курочкин В.Е. 24.01-01.87
Курочкин Е.А. 24.01-01.369
Курятин А.А. 24.01-01.287
Кусонский О.А. 24.01-01.492
Кутузов Н.А. 24.01-01.111
Куц М.С. 24.01-01.273
Кучерявченко Н.А. 24.01-01.526
Кусталь Г. 24.01-01.372
Кшевецкий С.П. 24.01-01.210
Кьявасса А. 24.01-01.563,
24.01-01.565
- Л**
Лабутина О.В. 24.01-01.258
Лавит И.М. 24.01-01.58
Лаврова М. 24.01-01.556
Лаврова М.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Лавровский Э.К. 24.01-01.446
Лаврухин А.С. 24.01-01.436
Лагутин А. 24.01-01.556
Лагутин А.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Ламека А.П. 24.01-01.145
Лапин А.Н. 24.01-01.497
Лапшин Б.М. 24.01-01.383
Ларченко А.В. 24.01-01.512
Ласуков В.В. 24.01-01.525
Латышева И.В. 24.01-01.494
Ле В.Т. 24.01-01.265
Лебедев А.В. 24.01-01.83
Лебедев В.В. 24.01-01.303
Лебедев М.К. 24.01-01.369,
24.01-01.422
Левашов В.Ю. 24.01-01.530
Левашов Н.Н. 24.01-01.429
Легуша Ф.Ф. 24.01-01.37, 24.01-01.38
Лемешев Ю. 24.01-01.556
Лемешев Ю.Е. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Леоненко Д.В. 24.01-01.61
Леоненко Е.Е. 24.01-01.194
Леонов А.С. 24.01-01.250
Леонович А.А. 24.01-01.576
Лешко М.Ю. 24.01-01.236,
24.01-01.243
Линн Чжу 24.01-01.328
Линник В.Н. 24.01-01.162
Линник М.А. 24.01-01.203
Лицунова Г.В. 24.01-01.572
Лисов Д.И. 24.01-01.447
Литвак А.Г. 24.01-01.21
Лишневецкий А.Э. 24.01-01.426
Лобов В.А. 24.01-01.277
Лобода И.П. 24.01-01.495
Лободин И.Е. 24.01-01.123,
24.01-01.135
Логачев В.И. 24.01-01.541
Логачев В.Н. 24.01-01.183
Логачев Ю.И. 24.01-01.419,
24.01-01.439
Логонов А.А. 24.01-01.412
Ломовацкий Ю.А. 24.01-01.208
Лосев Г.И. 24.01-01.199
Лощенко К.А. 24.01-01.494
Лубсандоржиев Б.К. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559,
24.01-01.563, 24.01-01.565
Лубсандоржиев Н.Б. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559,
24.01-01.563, 24.01-01.565
Лукин Л.А. 24.01-01.145
Лукоянов Е.В. 24.01-01.191
Лукьяненко Д.В. 24.01-01.300
Лукьянова Р.Ю. 24.01-01.463
Лукьянцев Д.С. 24.01-01.543
Луничкин А.М. 24.01-01.254
Луо С. 24.01-01.489
Лыгин И.В. 24.01-01.394,
24.01-01.398, 24.01-01.418
Лысенко А.М. 24.01-01.447
Львов В.Н. 24.01-01.555
Львов К.П. 24.01-01.124
Любинская Н.В. 24.01-01.456
Лялинов М.А. 24.01-01.28
Лямзин А.В. 24.01-01.239
Ляшевский А.В. 24.01-01.484
- М**
Магер П.Н. 24.01-01.490
Магомед Н. 24.01-01.333
Мажуль И.И. 24.01-01.213
Мазур Н.Г. 24.01-01.491
Майоров А.Г. 24.01-01.570
Майоров А.Л. 24.01-01.91
Макалкин Д.И. 24.01-01.78
Макаров К.Н. 24.01-01.237
Макоев Г.А. 24.01-01.373
Максимов В.В. 24.01-01.13
Максимов Д.С. 24.01-01.500
Максимочкин В.И. 24.01-01.400
Малахов В.В. 24.01-01.570
Малахов С. 24.01-01.556
Малахов С.Д. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Малащук В. 24.01-01.371
Маленко Ж.В. 24.01-01.130
Малеханов А.И. 24.01-01.180,
24.01-01.184
Малиновский В.В. 24.01-01.120
Малова Т.И. 24.01-01.101
Малова Х.В. 24.01-01.429,
24.01-01.438
Малый В.В. 24.01-01.165
Малышкин Г.С. 24.01-01.133
Малышкин Ю.М. 24.01-01.569
Малютин В.А. 24.01-01.363
Малыаров К.В. 24.01-01.171
Мамаева З.З. 24.01-01.224
Манакон С.А. 24.01-01.83
Маркова Л.В. 24.01-01.206,
24.01-01.207
Маркозов И.Д. 24.01-01.547
Маров М.Я. 24.01-01.425
Мартаков Е.С. 24.01-01.314
Мартинес-Беденко В.А. 24.01-01.229,
24.01-01.232, 24.01-01.491
Мартыненко Е.В. 24.01-01.432
Мартынов В.В. 24.01-01.523
Мартынов В.Л. 24.01-01.169
Мартынов Е.А. 24.01-01.448
Марченко А.Ю. 24.01-01.283
Масленникова Н.А. 24.01-01.539
Маслов И.А. 24.01-01.334,
24.01-01.346
Матевосян А.А. 24.01-01.561
Матеков А.М. 24.01-01.328
Маурчев Е.А. 24.01-01.499,
24.01-01.512
Махмудов Х.Ф. 24.01-01.216
Махмутов В.С. 24.01-01.541
Махнев Ю.В. 24.01-01.112,
24.01-01.113, 24.01-01.114
Махов В.И. 24.01-01.150
Машошин А.И. 24.01-01.123,
24.01-01.135, 24.01-01.136,
24.01-01.149, 24.01-01.174,
24.01-01.200
Медведев И.С. 24.01-01.258
Медведева А.А. 24.01-01.253
Мезер Е.А. 24.01-01.171
Мельканович В.С. 24.01-01.159
Мельников Н.П. 24.01-01.138
Меньшов И.С. 24.01-01.49
Мерзлый А.М. 24.01-01.385,
24.01-01.409
Меркурьев Д.В. 24.01-01.455
Месяц Г.А. 24.01-01.21
Метьковец А.И. 24.01-01.91
Мешалкина Н.С. 24.01-01.502,
24.01-01.518
Мизонова В.Г. 24.01-01.427
Микушев В.М. 24.01-01.79
Миленин М.Б. 24.01-01.569
Милешин В.И. 24.01-01.291,
24.01-01.292
Милюков В.К. 24.01-01.230
Милушенко В.А. 24.01-01.288
Минаев С.С. 24.01-01.96
Мингалев И.В. 24.01-01.299,
24.01-01.512
Мингалев О.В. 24.01-01.299,
24.01-01.512
Миргазов Р. 24.01-01.556
Миргазов Р.Р. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565, 24.01-01.569
Мироненко И.Н. 24.01-01.309
Миронов А.С. 24.01-01.203
Мирончук А.Ф. 24.01-01.118
Митин В.Н. 24.01-01.261
Митрикас В.Г. 24.01-01.433
Митьковец И.А. 24.01-01.219,
24.01-01.221
Михайленко О.С. 24.01-01.209
Михайлов А.В. 24.01-01.21
Михайлов Г.К. 24.01-01.155
Михайлов Е.А. 24.01-01.550
Михайлова И.С. 24.01-01.93
Михалко Е.А. 24.01-01.499
Михневич В.О. 24.01-01.345
Мишакин В.В. 24.01-01.54

Модорский В.Я. 24.01-01.264
 Моисеева А.В. 24.01-01.318
 Моисеев А.А. 24.01-01.342
 Молодых С.И. 24.01-01.507
 Молотов И.Е. 24.01-01.333
 Мольков А.А. 24.01-01.117
 Монхоев Р. 24.01-01.556
 Монхоев Р.Д. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Морозов В.М. 24.01-01.428
 Морозов И.К. 24.01-01.542
 Москалев И.С. 24.01-01.513
 Москоленко И.Б. 24.01-01.192
 Муратаева Д.А. 24.01-01.456
 Мусаева Р.Н. 24.01-01.39
 Мухин Д.А. 24.01-01.191
 Мушер С.Л. 24.01-01.21
 Мью Э.А. 24.01-01.485
 Мягкова И.Н. 24.01-01.469

Н

Назари В. 24.01-01.569
 Назаров С.А. 24.01-01.59
 Назаров У.А. 24.01-01.212
 Наливкин М.А. 24.01-01.338
 Насенник В.Г. 24.01-01.442
 Насыров И.А. 24.01-01.500
 Науменко М.А. 24.01-01.124
 Наумов Д.В. 24.01-01.569
 Нгобени М.Д. 24.01-01.489
 Невский Д.В. 24.01-01.436
 Некрич Г.С. 24.01-01.182
 Нестеров А.С. 24.01-01.56
 Нестеров В.А. 24.01-01.80,
 24.01-01.100
 Нефедьев Ю.А. 24.01-01.544,
 24.01-01.546, 24.01-01.549,
 24.01-01.551, 24.01-01.552
 Нечаев И.Ю. 24.01-01.481
 Никитин Д.А. 24.01-01.160,
 24.01-01.180
 Никифоров О.В. 24.01-01.385,
 24.01-01.409
 Никишев Г.Э. 24.01-01.539
 Николаев А.В. 24.01-01.383,
 24.01-01.390, 24.01-01.412
 Николаева А.С. 24.01-01.482
 Николенко И.В. 24.01-01.334,
 24.01-01.346, 24.01-01.351
 Никулин В.В. 24.01-01.7
 Новиков С.П. 24.01-01.21
 Новикова Е.В. 24.01-01.534
 Новосельцев Ю.Ф. 24.01-01.314
 Новосельцева Р.В. 24.01-01.314
 Норкин М.В. 24.01-01.71
 Норкин М.С. 24.01-01.63
 Носикова В.В. 24.01-01.29

О

Обуховская О.О. 24.01-01.143
 Овчарук В.Н. 24.01-01.266,
 24.01-01.267
 Овчинников Ф.Б. 24.01-01.183
 Овчинников Ю.Н. 24.01-01.21
 Овчинникова Н.Е. 24.01-01.369,
 24.01-01.422
 Огородникова Е.А. 24.01-01.255,
 24.01-01.258
 Огурцов М.Г. 24.01-01.562
 Ожогина О.А. 24.01-01.496
 Озерных В.С. 24.01-01.31
 Окунева Э. 24.01-01.556

Окунева Э.А. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Окунькова А.А. 24.01-01.285
 Олемской С.В. 24.01-01.494,
 24.01-01.510
 Ольшанский А.Е. 24.01-01.230
 Орандаренко Е.Д. 24.01-01.122
 Орлов Д.О. 24.01-01.7
 Орлова А.Г. 24.01-01.93
 Осипов Д.В. 24.01-01.7
 Осипова Э. 24.01-01.556
 Осипова Э.А. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Островский Д.Б. 24.01-01.144,
 24.01-01.171
 Островский Л.А. 24.01-01.72
 Охрименко С.Н. 24.01-01.121
 Очелков Ю.П. 24.01-01.392,
 24.01-01.406
 Очиров А.А. 24.01-01.66
 Ошвалов М.А. 24.01-01.274

П

Павельев А.А. 24.01-01.461
 Павин А.М. 24.01-01.142
 Павлов А.А. 24.01-01.148
 Павлов А.В. 24.01-01.251
 Павлов А.С. 24.01-01.400
 Павлов Д. 24.01-01.460
 Павлов И.Н. 24.01-01.302
 Пак С.П. 24.01-01.258
 Пан А. 24.01-01.556, 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Панич А.А. 24.01-01.145,
 24.01-01.153
 Панков С.В. 24.01-01.291
 Панов А. 24.01-01.556
 Панов А.Д. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Панферов С.В. 24.01-01.415
 Панчук В. 24.01-01.375, 24.01-01.377
 Паньков А.А. 24.01-01.90
 Паньков Л. 24.01-01.556
 Паньков Л.В. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Паньшин Е.А. 24.01-01.414
 Папашвили А.Г. 24.01-01.307
 Парусов К.Ю. 24.01-01.539
 Пархомов В.А. 24.01-01.509
 Паршуков В.Н. 24.01-01.121
 Пахоруков А. 24.01-01.556
 Пахоруков А.Л. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Пашкевич И.В. 24.01-01.174
 Пеганов Е.А. 24.01-01.307
 Пелиновский Е.Н. 24.01-01.69,
 24.01-01.74, 24.01-01.127
 Переселков С.А. 24.01-01.35
 Перетокин А.В. 24.01-01.247
 Перец Тижерина Э.Г. 24.01-01.333
 Перминова Ю.С. 24.01-01.459
 Пестерев И.С. 24.01-01.152,
 24.01-01.168
 Пестов Л.Н. 24.01-01.29
 Петков В.Б. 24.01-01.314
 Петров Д. 24.01-01.361
 Петров Д.В. 24.01-01.349,
 24.01-01.353
 Петров П.Е. 24.01-01.88
 Петров С.Д. 24.01-01.564
 Петров Ю.А. 24.01-01.483
 Петрова Н.К. 24.01-01.544,
 24.01-01.549
 Петрова С.Н. 24.01-01.555
 Петрукович А.А. 24.01-01.385,
 24.01-01.409, 24.01-01.443
 Петрухин А. 24.01-01.556
 Петрухин А.А. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Петрухин Н.С. 24.01-01.74
 Петухов В.Г. 24.01-01.453,
 24.01-01.457
 Петухов Д.П. 24.01-01.569
 Петухов И.С. 24.01-01.505
 Петухов С.И. 24.01-01.505
 Петухова А.С. 24.01-01.505
 Пилипенко В.А. 24.01-01.229,
 24.01-01.232, 24.01-01.491,
 24.01-01.497, 24.01-01.520,
 24.01-01.520
 Пильгаев С.В. 24.01-01.514
 Пинтер Б. 24.01-01.288
 Писарев П.В. 24.01-01.90
 Плескачевский Ю.М. 24.01-01.61
 Плисковский Е.Н. 24.01-01.569
 Плотноков А. 24.01-01.371
 Плотноков А.И. 24.01-01.274
 Плохих А.П. 24.01-01.452,
 24.01-01.455, 24.01-01.468
 Погодин А.В. 24.01-01.342
 Погудин К.Г. 24.01-01.192
 Подгитер М.С. 24.01-01.489
 Подгрудков Д. 24.01-01.556
 Подгрудков Д.А. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Покровский А.А. 24.01-01.146
 Поллер А.Б. 24.01-01.573
 Поллер Б.В. 24.01-01.573
 Полюшкина Т.Н. 24.01-01.513
 Поляничко В.И. 24.01-01.188
 Поляхов Н.Н. 24.01-01.13
 Поляхова Е.Н. 24.01-01.13
 Пономаренко А.А. 24.01-01.117
 Попандоццо Н.А. 24.01-01.526
 Попов А.Н. 24.01-01.542
 Попов В.А. 24.01-01.4, 24.01-01.6
 Попов В.Л. 24.01-01.7
 Попов В.Ю. 24.01-01.429,
 24.01-01.438
 Попов Г.А. 24.01-01.456, 24.01-01.459
 Попова Е. 24.01-01.556
 Попова Е.Г. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Поройков С.Ю. 24.01-01.471,
 24.01-01.472, 24.01-01.473,
 24.01-01.474, 24.01-01.475,
 24.01-01.476, 24.01-01.477,
 24.01-01.478, 24.01-01.479
 Порческо А.А. 24.01-01.271
 Постников Е. 24.01-01.556
 Постников Е.Б. 24.01-01.557,
 24.01-01.559, 24.01-01.563,
 24.01-01.565
 Постнов К.А. 24.01-01.572
 Потанин Ю.Н. 24.01-01.385,
 24.01-01.409
 Потапов А.С. 24.01-01.513
 Потапов О.А. 24.01-01.111
 Потапычев С.Н. 24.01-01.121,
 24.01-01.132, 24.01-01.177

Потехин А.Ю. 24.01-01.547
Почкин Я.С. 24.01-01.290,
24.01-01.293
Прийма А.В. 24.01-01.161
Прокопенко Е.А. 24.01-01.484
Просин В. 24.01-01.556
Просин В.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Просянкиков М.Ю. 24.01-01.251
Прохватова И.С. 24.01-01.523
Птицына Н.Г. 24.01-01.421,
24.01-01.504
Птускин В. 24.01-01.556
Птускин В.С. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Пугачев С.И. 24.01-01.192
Пудов В.И. 24.01-01.256
Пужайкина А.Е. 24.01-01.80
Пушкарев П.Ю. 24.01-01.415
Пушнин А. 24.01-01.556
Пушнин А.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Пыко Н.С. 24.01-01.122
Пью Ко Ко 24.01-01.41
Пялов К.Н. 24.01-01.37, 24.01-01.38
Пятко Ю.Н. 24.01-01.289
Пятовский С.Е. 24.01-01.528

Р

Радионыхчев Е.В. 24.01-01.94
Радченко В.П. 24.01-01.50
Раевский М.А. 24.01-01.116
Разумейко М.В. 24.01-01.541
Разумов А. 24.01-01.556
Разумов А.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559
Разумов А.Ю. 24.01-01.563,
24.01-01.565
Разумов Д.Д. 24.01-01.111,
24.01-01.117
Райкин Р. 24.01-01.556
Райкин Р.И. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Раскатов И.П. 24.01-01.95
Расковская И.Л. 24.01-01.302
Ратовский К.Г. 24.01-01.492,
24.01-01.513
Рауфов Д.А. 24.01-01.329
Рафикова Г.Р. 24.01-01.224
Рева А.А. 24.01-01.495
Редько Ю.Б. 24.01-01.240,
24.01-01.241, 24.01-01.242
Резников А.Е. 24.01-01.299
Репин А.Ю. 24.01-01.383,
24.01-01.387, 24.01-01.388,
24.01-01.389, 24.01-01.403
Решмин С.А. 24.01-01.62
Римшин В.И. 24.01-01.244
Рипак А.М. 24.01-01.369,
24.01-01.422
Роденко С.А. 24.01-01.570
Родионов А.А. 24.01-01.65,
24.01-01.101, 24.01-01.111,
24.01-01.125, 24.01-01.160,
24.01-01.178, 24.01-01.179
Родионов А.Ю. 24.01-01.209
Родионов М.А. 24.01-01.107
Родченко В.В. 24.01-01.294
Родькин Д.Г. 24.01-01.420
Рождественский Д.А. 24.01-01.279

Рожков М.А. 24.01-01.467
Розанов М.И. 24.01-01.569
Ролдугин А.В. 24.01-01.497,
24.01-01.514
Ролдугин Д.С. 24.01-01.431
Романов М.В. 24.01-01.151
Романюк И.И. 24.01-01.318
Россихин А.А. 24.01-01.291,
24.01-01.292
Рочев А.М. 24.01-01.79
Рочев В.Е. 24.01-01.298
Рубанов И.Л. 24.01-01.121
Рубцов Г. 24.01-01.556
Рубцов Г.И. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Рувинская Е.А. 24.01-01.103
Руденко О.В. 24.01-01.70
Рудницкий С.И. 24.01-01.185
Румянцев К.А. 24.01-01.118,
24.01-01.183, 24.01-01.194
Русakov О.П. 24.01-01.333
Русов С.А. 24.01-01.555
Рушай В.Д. 24.01-01.569
Рыбняц П.В. 24.01-01.35
Рыжикова Ю.В. 24.01-01.532
Рыжиов С.Б. 24.01-01.532
Рыжов В.С. 24.01-01.373
Рыспаева Е.Б. 24.01-01.317
Рытик А.П. 24.01-01.252
Рытов Е.Ю. 24.01-01.192
Рютков Д.Д. 24.01-01.21
Рябов Е. 24.01-01.556
Рябов Е.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565, 24.01-01.569
Рябова С.А. 24.01-01.566

С

Саватеева Е.В. 24.01-01.78
Савенко И.В. 24.01-01.259
Савин А.В. 24.01-01.533
Савин М.А. 24.01-01.274
Сагдеев Р.З. 24.01-01.21
Садовский А.М. 24.01-01.385,
24.01-01.409, 24.01-01.439
Садретдинова Э.Р. 24.01-01.294
Саженок Н.А. 24.01-01.264
Сазонтов А.Г. 24.01-01.180
Саламашкина А.А. 24.01-01.376
Салимов Б.Г. 24.01-01.492
Салин М.Б. 24.01-01.111,
24.01-01.117
Сальников А.М. 24.01-01.540
Самойлова Т.А. 24.01-01.276
Самолита В. 24.01-01.556
Самолита В.С. 24.01-01.554,
24.01-01.557, 24.01-01.559,
24.01-01.563, 24.01-01.565
Санников М.И. 24.01-01.279
Санникова Т.Н. 24.01-01.357
Саркисян А.Н. 24.01-01.330
Сатышев И. 24.01-01.556,
24.01-01.557, 24.01-01.559,
24.01-01.563, 24.01-01.565
Сафронов Г.Б. 24.01-01.569
Сахаров Я.А. 24.01-01.423,
24.01-01.517
Саху А. 24.01-01.43
Саянкина М.К. 24.01-01.218
Свергун Е.И. 24.01-01.227
Светличный А.С. 24.01-01.118
Свешникова Л. 24.01-01.556
Свешникова Л.Г. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Свирижевская А.К. 24.01-01.489
Свирижевский Н.С. 24.01-01.489
Сдобнов В.Е. 24.01-01.421,
24.01-01.504, 24.01-01.510
Севостьянов П.А. 24.01-01.276
Седельников А.В. 24.01-01.482,
24.01-01.531
Сейтова Д. 24.01-01.569
Селезнев А.Ф. 24.01-01.345
Селезнев И.А. 24.01-01.4, 24.01-01.5,
24.01-01.19, 24.01-01.177,
24.01-01.196
Селиванов В.Н. 24.01-01.423,
24.01-01.517
Семенухин С.А. 24.01-01.456
Семенко Е.А. 24.01-01.318
Семенников А.В. 24.01-01.281
Семёнов А.П. 24.01-01.42
Сергеев В.А. 24.01-01.146,
24.01-01.180
Сергеев Д.В. 24.01-01.483
Сергеев С.Н. 24.01-01.29
Сергеев С.С. 24.01-01.217
Сергеева Н.А. 24.01-01.462
Сергеева О.А. 24.01-01.54
Сергиенко М.В. 24.01-01.551,
24.01-01.552
Сердакова В.В. 24.01-01.482
Серёжкин А.А. 24.01-01.49
Сидоренко И.Г. 24.01-01.217
Сидоренков А. 24.01-01.556
Сидоренков А.Ю. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Сидорина А.В. 24.01-01.243
Сидорякина В.В. 24.01-01.119
Силаев (мл.) А. 24.01-01.556
Силаев (мл.) А.А. 24.01-01.557,
24.01-01.565
Силаев А. 24.01-01.556
Силаев А.А. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Силаев(мл.) А.А. 24.01-01.559,
24.01-01.563
Симонова Г.С. 24.01-01.207
Синица А.Н. 24.01-01.99
Синица М.А. 24.01-01.99
Синицын А.А. 24.01-01.468
Сиренко А.Э. 24.01-01.569
Ситдикова Л.Ф. 24.01-01.64
Сичевский С.Г. 24.01-01.339
Скиба В.С. 24.01-01.73
Скоморовский В. 24.01-01.372
Скородумов Ю.М. 24.01-01.191,
24.01-01.200
Скорынин А.А. 24.01-01.162
Скурихин А. 24.01-01.556
Скурихин А.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.565,
24.01-01.569
Слемзин В.А. 24.01-01.420
Слюняев А.В. 24.01-01.69
Смагличенко А.В. 24.01-01.218
Смагличенко Т.А. 24.01-01.218
Сметанин С.Н. 24.01-01.307
Смирнов А.В. 24.01-01.184
Смирнов В.А. 24.01-01.272
Смирнов С.С. 24.01-01.564
Смирнова В.В. 24.01-01.373
Смирнова Н.Ф. 24.01-01.437
Смоляков М.Ю. 24.01-01.272
Соков Е.М. 24.01-01.202

- Соколов А. 24.01-01.556
Соколов А.В. 24.01-01.557, 24.01-01.559, 24.01-01.563, 24.01-01.565
Соколов А.Д. 24.01-01.385, 24.01-01.409
Соколова Ю.В. 24.01-01.487
Соловьев А.А. 24.01-01.497
Соловьев А.Г. 24.01-01.569
Соловьева Ю.Н. 24.01-01.321, 24.01-01.325, 24.01-01.330, 24.01-01.331
Солохин С.А. 24.01-01.307
Сорокин В.Н. 24.01-01.250
Сорокиных М.Н. 24.01-01.569
Сотникова Н.В. 24.01-01.533
Софьяна Е.В. 24.01-01.105
Спирин П.А. 24.01-01.535, 24.01-01.537
Станев Г. 24.01-01.437
Старинова О.Л. 24.01-01.467
Старицин Е.И. 24.01-01.312
Старовойтов Е.И. 24.01-01.412
Старовойтов Э.И. 24.01-01.61
Стародубцев С.А. 24.01-01.503
Стенин Д.В. 24.01-01.413
Степанов А.Е. 24.01-01.444
Степанов Б.Г. 24.01-01.152
Степанова И.Э. 24.01-01.300, 24.01-01.540
Степанова К.А. 24.01-01.279
Степанова Л.Н. 24.01-01.286
Степаньянц В.А. 24.01-01.333, 24.01-01.342
Стефанов В.Е. 24.01-01.125
Стороженко А.А. 24.01-01.359, 24.01-01.369, 24.01-01.422
Страхов С.Ю. 24.01-01.533
Страшнов Е.В. 24.01-01.308, 24.01-01.309
Стребкова А.А. 24.01-01.147
Стрельцов А.И. 24.01-01.333
Стриганов П.С. 24.01-01.314
Стрижов А.В. 24.01-01.296
Стромаков А.П. 24.01-01.569
Струминский А.Б. 24.01-01.439
Стуленков А.В. 24.01-01.63, 24.01-01.111
Стурова И.В. 24.01-01.128
Стырикович И.И. 24.01-01.151, 24.01-01.193
Субботин М. 24.01-01.460
Субочев П.В. 24.01-01.93
Суворов А.С. 24.01-01.202
Суворова З.В. 24.01-01.299, 24.01-01.512
Суворова О.В. 24.01-01.569
Суслин А.В. 24.01-01.132
Суханов Д.Я. 24.01-01.98
Сухановский А.Н. 24.01-01.48
Сухарева Н.А. 24.01-01.466
Сушинов А.И. 24.01-01.119
Сысоев В.К. 24.01-01.487
Сысоев Е.О. 24.01-01.57
Сысоев О.Е. 24.01-01.57
Сюняев Р.А. 24.01-01.21
- Т**
- Таболенько В. 24.01-01.556
Таболенько В.А. 24.01-01.557, 24.01-01.559, 24.01-01.563, 24.01-01.565, 24.01-01.569
Тавров А.В. 24.01-01.376
Талипова Т.Г. 24.01-01.74
- Танаев А. 24.01-01.556
Танаев А.Б. 24.01-01.543, 24.01-01.557, 24.01-01.559, 24.01-01.563, 24.01-01.565
Танеева А.С. 24.01-01.531
Тарасов С.П. 24.01-01.108
Таращанский Б.А. 24.01-01.569
Тарлаковский Д.В. 24.01-01.61
Татарников А.М. 24.01-01.539
Темнов А.Н. 24.01-01.23, 24.01-01.24
Теплых А.А. 24.01-01.42
Терентьев С.А. 24.01-01.100
Терентьева А.К. 24.01-01.335
Терехов Ю.Е. 24.01-01.147, 24.01-01.261
Терещенко Д.П. 24.01-01.307
Терновой М. 24.01-01.556
Терновой М.Ю. 24.01-01.557, 24.01-01.559, 24.01-01.563, 24.01-01.565
Тертишников П.П. 24.01-01.80
Тертышников А.В. 24.01-01.379, 24.01-01.381, 24.01-01.384
Тилиб С.К. 24.01-01.333
Тиллаев Ю.А. 24.01-01.326
Тиманин Е.М. 24.01-01.93
Тимофеев А.А. 24.01-01.105
Тимошенко В.Г. 24.01-01.173
Титов А.В. 24.01-01.50
Тихонов Н.А. 24.01-01.330
Ткачев И. 24.01-01.568
Ткачев Л. 24.01-01.556
Ткачев Л.Г. 24.01-01.557, 24.01-01.559, 24.01-01.563, 24.01-01.565
Ткачева Л.А. 24.01-01.128
Ткачук В.Ю. 24.01-01.185
Тлатов А.Г. 24.01-01.368
Токарева Л. 24.01-01.372
Толкачев М.А. 24.01-01.574
Толоконников Л.А. 24.01-01.76
Толстой А.Л. 24.01-01.564
Томила Т.М. 24.01-01.447
Томилова И.В. 24.01-01.526
Торгашев М.А. 24.01-01.308
Торопов А.Б. 24.01-01.191
Торопчина Л.В. 24.01-01.257
Травин Р.В. 24.01-01.63
Трефилова Л.А. 24.01-01.424
Трофимов А.Т. 24.01-01.114, 24.01-01.198
Трофимов Д.А. 24.01-01.564
Трунтов П.С. 24.01-01.244
Тунгалаг Н. 24.01-01.333
Тунян Н.Т. 24.01-01.260
Турова И.П. 24.01-01.496
Турсункулов С.Б. 24.01-01.326
Туфан А. 24.01-01.575
Тучин В.В. 24.01-01.252
Тюрин Н.А. 24.01-01.7
Тясто М.И. 24.01-01.421, 24.01-01.504
- У**
- Убарчук И.А. 24.01-01.188
Угарова О.А. 24.01-01.93
Ульянов А.С. 24.01-01.495
Ульянов Е.А. 24.01-01.167
Умаров Х.Г. 24.01-01.60
Унатлюков И.Б. 24.01-01.314
Уразбоев Г.У. 24.01-01.34
Ушаков В.М. 24.01-01.284
Ушаков Н. 24.01-01.556
Ушаков Н.А. 24.01-01.557, 24.01-01.559, 24.01-01.563, 24.01-01.565
Ушанов С.В. 24.01-01.283
- Ф**
- Фабрика С.Н. 24.01-01.330
Фаворская А.В. 24.01-01.278
Фадеев А.С. 24.01-01.245
Фадеев Ю.А. 24.01-01.315
Файт Л. 24.01-01.569
Фараносов Г.А. 24.01-01.235
Федоров А.К. 24.01-01.305
Федоров Е.Н. 24.01-01.491, 24.01-01.520
Федорук М.П. 24.01-01.21
Федотов Г.А. 24.01-01.158
Федотова М.А. 24.01-01.275
Фейгин Ф.З. 24.01-01.511
Фикс И.И. 24.01-01.93
Филаретов В.Ф. 24.01-01.139
Филатова В.М. 24.01-01.29
Филатьев А.С. 24.01-01.434
Филимонов С.А. 24.01-01.48
Филиппов А.И. 24.01-01.215
Филиппов Г.А. 24.01-01.441
Филиппов М.В. 24.01-01.541
Филиппов М.Л. 24.01-01.342
Финагин Л.А. 24.01-01.308, 24.01-01.309
Финоченко Т.А. 24.01-01.271
Фокин М. 24.01-01.358
Фрик П.Г. 24.01-01.48
Фролова Е.О. 24.01-01.277
Фурсенко Р.В. 24.01-01.96
Фурсяк Ю. 24.01-01.364
- Х**
- Хабарова К.Ю. 24.01-01.305
Хабитуев Д.С. 24.01-01.516
Хайбрахманов С.А. 24.01-01.323, 24.01-01.327
Хайкин В.Б. 24.01-01.373
Хайретдинов М.С. 24.01-01.573
Хайрулин И.Р. 24.01-01.94
Хакимзянов Г.С. 24.01-01.73
Халецкий Ю.Д. 24.01-01.290, 24.01-01.293
Халикова А.В. 24.01-01.328
Халилов В.М. 24.01-01.320
Халилова Х.С. 24.01-01.386, 24.01-01.408
Халипов В.Л. 24.01-01.444
Хаметов Р.К. 24.01-01.172
Хантулева Т.А. 24.01-01.65
Хасаева Т.Т. 24.01-01.550
Хасанов А.Б. 24.01-01.25
Хатамтаев Б.И. 24.01-01.166
Хатун А. 24.01-01.569
Химаньч А.Б. 24.01-01.295
Хмелев В.Н. 24.01-01.100
Хмельнов А.Е. 24.01-01.492
Ходоренко М.С. 24.01-01.142
Холодова С.Е. 24.01-01.126
Холтыгин А.Ф. 24.01-01.317, 24.01-01.343
Хос-Эрдэнэ Б. 24.01-01.508
Хотенко Е.Н. 24.01-01.396, 24.01-01.417
Хохлов Н.И. 24.01-01.221
Храброва Т.В. 24.01-01.194
Храмов Е.В. 24.01-01.569
Храпов С.С. 24.01-01.50
Худаёров У.О. 24.01-01.25

Ц

Циопа О.А. 24.01-01.317
Цукерников И.Е. 24.01-01.245
Цыганок С.Н. 24.01-01.268

Ч

Чаликов Д.В. 24.01-01.46
Чарная Е.В. 24.01-01.79
Часовников Е.А. 24.01-01.214
Чашечкин Ю.Д. 24.01-01.66,
24.01-01.157, 24.01-01.197
Челноков Ю.Н. 24.01-01.536
Чешиго Л.С. 24.01-01.394
Черепанова Л.А. 24.01-01.390
Черкасова М.В. 24.01-01.459
Чернетенко Ю.А. 24.01-01.352
Черниговская М.А. 24.01-01.516
Чернов Д. 24.01-01.556
Чернов Д.В. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Чернов К.С. 24.01-01.450
Чернов Н.Н. 24.01-01.92
Чернова В.В. 24.01-01.286
Чертова Н.В. 24.01-01.77
Чжан Ч. 24.01-01.333
Чжу Т. 24.01-01.333
Чижов Г.В. 24.01-01.37, 24.01-01.38
Чиров А.А. 24.01-01.449
Чмель А.Е. 24.01-01.216,
24.01-01.280
Чубаров Л.В. 24.01-01.73
Чугаев А.В. 24.01-01.223
Чугунков Д.В. 24.01-01.236
Чугунков Е.В. 24.01-01.531
Чудаков А.И. 24.01-01.145
Чудновский В.М. 24.01-01.75,
24.01-01.96
Чумаков С.О. 24.01-01.382
Чуркин К.О. 24.01-01.549

Ш

Шабанов В.А. 24.01-01.156
Шабанова Н.С. 24.01-01.156
Шабат Г.Б. 24.01-01.7
Шабловский О.Н. 24.01-01.30
Шагапов В.Ш. 24.01-01.224
Шайбонов Б.А. 24.01-01.569
Шакура В.А. 24.01-01.268
Шакура Н.И. 24.01-01.572
Шалдырван И. 24.01-01.358
Шалимов С.Л. 24.01-01.566
Шалунов А.В. 24.01-01.80,
24.01-01.100
Шамуратов Ж.У. 24.01-01.51
Шанин Ю.И. 24.01-01.529

Шарфарец Б.П. 24.01-01.87
Шатохин А.В. 24.01-01.181,
24.01-01.195, 24.01-01.196
Шафаревич А.И. 24.01-01.7
Шафранюк А.В. 24.01-01.174,
24.01-01.204, 24.01-01.205
Шашков Е.В. 24.01-01.307
Шашурин А.Е. 24.01-01.234
Шевелева Д.А. 24.01-01.423
Шевченко А.В. 24.01-01.220
Шейнман Е.Л. 24.01-01.134
Шейфер С.В. 24.01-01.286
Шелепов М.Д. 24.01-01.569
Шен Ф. 24.01-01.489
Шенаврин В.И. 24.01-01.334
Шепелев А.А. 24.01-01.399,
24.01-01.416
Шерстюков О.Н. 24.01-01.347
Шибанов Ю.А. 24.01-01.548,
24.01-01.558
Шильдкнехт Т. 24.01-01.333
Шиманская М.С. 24.01-01.169
Шимковиц Ф. 24.01-01.569
Шинкарук А.А. 24.01-01.238
Шиокава К. 24.01-01.229,
24.01-01.232
Шинневская Е.А. 24.01-01.294
Широкий В.Р. 24.01-01.469
Шишкина О.Д. 24.01-01.104
Шклярчук А.Д. 24.01-01.394,
24.01-01.395, 24.01-01.396,
24.01-01.397, 24.01-01.414,
24.01-01.417
Шляпников А. 24.01-01.366
Шмагин В.Е. 24.01-01.339
Шокуров В.В. 24.01-01.7
Шолухова О.Н. 24.01-01.330
Шпак С.А. 24.01-01.161
Шрамков А.Д. 24.01-01.368,
24.01-01.430
Штекл И. 24.01-01.569
Штерн Б. 24.01-01.568
Штин К.С. 24.01-01.254
Шугай Ю.С. 24.01-01.420
Шугаров А.С. 24.01-01.338,
24.01-01.339
Шукшин В.Е. 24.01-01.307
Шуршаков В.А. 24.01-01.426
Шустимов Д.И. 24.01-01.263
Шустов Б.М. 24.01-01.571
Шустов Н.Л. 24.01-01.415

Щ

Щеголихин В.П. 24.01-01.141
Щекинов Ю.А. 24.01-01.571
Щепетилев А.В. 24.01-01.300,
24.01-01.540
Щербачев И.П. 24.01-01.216,

24.01-01.280

Щербачев А.В. 24.01-01.251
Щиржецкий Х.А. 24.01-01.247,
24.01-01.248

Э

Эгамбердиев Ш.А. 24.01-01.326,
24.01-01.328, 24.01-01.333,
24.01-01.338
Эцкерова Э. 24.01-01.569

Ю

Юдин А.Д. 24.01-01.487
Юдина С.А. 24.01-01.45
Юй Ш. 24.01-01.333
Юлбарисов Р.Ф. 24.01-01.570
Юн С.У. 24.01-01.453, 24.01-01.457
Юрик Р.Ю. 24.01-01.381
Юрченко В.Е. 24.01-01.237
Юрченко Е.А. 24.01-01.237
Юрченко Е.Е. 24.01-01.237
Юсупова А.А. 24.01-01.289
Юхимец Д.А. 24.01-01.139
Юшкин М. 24.01-01.375

Я

Яблокова Ю.В. 24.01-01.569
Яблоник Л.Р. 24.01-01.131
Ягнятинский Д.А. 24.01-01.529
Ягова Н.В. 24.01-01.491,
24.01-01.520
Ягола А.Г. 24.01-01.300
Язев С.А. 24.01-01.508
Якунин И.А. 24.01-01.318
Якунин И.Ф. 24.01-01.317
Якута А.А. 24.01-01.16
Ямкин А.В. 24.01-01.225
Ямкин М.А. 24.01-01.225
Ян Н.У. 24.01-01.23, 24.01-01.24
Янаков А.Т. 24.01-01.385,
24.01-01.409
Янин А.Ф. 24.01-01.314
Янке В.Г. 24.01-01.424
Янова О.В. 24.01-01.434
Янпольская А.А. 24.01-01.143
Янчуковский В.Л. 24.01-01.501
Ярошенко А.А. 24.01-01.130
Ярошук И.О. 24.01-01.106
Ясников А.И. 24.01-01.102
Яшин А.А. 24.01-01.22
Яшин И. 24.01-01.556
Яшин И.И. 24.01-01.557,
24.01-01.559, 24.01-01.563,
24.01-01.565
Яшин М.Е. 24.01-01.47

УКАЗАТЕЛЬ ИСТОЧНИКОВ

Журналы

- Авиакосмическое приборостроение. 2023, № 12
24.01-01.480, 24.01-01.481
- Авиационные двигатели. 2022, № 4 **24.01-01.273**
- Авиационные двигатели. 2023, № 1 **24.01-01.290, 24.01-01.291**
- Авиационные двигатели. 2023, № 2 **24.01-01.292**
- Авиационные двигатели. 2023, № 4 **24.01-01.293**
- Автометрия. 2023. 59, № 12 **24.01-01.573**
- Акустический журнал. 2023. 69, № 6 **24.01-01.15, 24.01-01.39, 24.01-01.42, 24.01-01.52, 24.01-01.63, 24.01-01.78, 24.01-01.79, 24.01-01.81, 24.01-01.90, 24.01-01.93, 24.01-01.98, 24.01-01.131, 24.01-01.202, 24.01-01.235, 24.01-01.250**
- Биомедицинская радиоэлектроника. 2023. 26, № 5 **24.01-01.251**
- Биомедицинская радиоэлектроника. 2023. 26, № 6 **24.01-01.252**
- Вестн. Белор.-Рос. унив. 2023, № 4 **24.01-01.99**
- Вестн. Казан. технол. ун-та (ранее Вестник Казанского технологического университета — 1998—2015). 2023. 26, № 12 **24.01-01.289**
- Вестник Бурятского гос. ун-та. Математика, информатика. 2023, № 4 **24.01-01.56**
- Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Физика. Математика. 2023, № 4 **24.01-01.35**
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 5 **24.01-01.230, 24.01-01.537, 24.01-01.538**
- Вестник МГУ. Серия 3: Физика. Астрономия. 2023. 78, № 6 **24.01-01.16, 24.01-01.231, 24.01-01.539**
- Вестник Московского авиац. ин-та. 2023. 30, № 4 **24.01-01.264, 24.01-01.265, 24.01-01.574, 24.01-01.575**
- Вестник новых медицинских технологий: Теор. и науч.-практ. журн. 2023. 30, № 4 **24.01-01.22**
- Вестник Удмуртского ун-та: Математика. Механика. Компьютерные науки. 2023. 33, № 3 **24.01-01.34**
- Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2023. 15, № 4 **24.01-01.30, 24.01-01.31**
- Гелиогеофизические исследования. 2022, № 35 **24.01-01.378, 24.01-01.379, 24.01-01.380, 24.01-01.381, 24.01-01.382, 24.01-01.383, 24.01-01.384**
- Гелиогеофизические исследования. 2022, № 36 **24.01-01.385, 24.01-01.386, 24.01-01.387, 24.01-01.388, 24.01-01.389**
- Гелиогеофизические исследования. 2023, № 37 **24.01-01.390, 24.01-01.391, 24.01-01.392, 24.01-01.393**
- Гелиогеофизические исследования. 2023, № 38 **24.01-01.394, 24.01-01.395, 24.01-01.396, 24.01-01.397, 24.01-01.398, 24.01-01.399, 24.01-01.400**
- Гелиогеофизические исследования. 2023, № 39 **24.01-01.401, 24.01-01.402, 24.01-01.403, 24.01-01.404, 24.01-01.405, 24.01-01.406**
- Гелиогеофизические исследования. 2023, № 40 **24.01-01.407, 24.01-01.408, 24.01-01.409, 24.01-01.410, 24.01-01.411, 24.01-01.412**
- Гелиогеофизические исследования. 2023, № 41 **24.01-01.413, 24.01-01.414, 24.01-01.415, 24.01-01.416, 24.01-01.417, 24.01-01.418**
- Геофизические исследования. 2023. 24, № 2 **24.01-01.232, 24.01-01.540**
- Геофизические исследования. 2023. 24, № 3 **24.01-01.222, 24.01-01.223**
- Гидроакустика. 2023, № 55 **24.01-01.17, 24.01-01.18, 24.01-01.19, 24.01-01.121, 24.01-01.171, 24.01-01.172, 24.01-01.173, 24.01-01.174, 24.01-01.175, 24.01-01.176, 24.01-01.177**
- Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки. 2023. 513, № 1 **24.01-01.66, 24.01-01.75**
- Ж. эксперим. и теор. физ. 2024. 165, № 1 **24.01-01.303, 24.01-01.535**
- Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. 63, № 9 **24.01-01.300**
- Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. 63, № 10 **24.01-01.32, 24.01-01.49, 24.01-01.119, 24.01-01.220, 24.01-01.221, 24.01-01.278**
- Журнал вычислительной математики и математической физики. 2023. 63, № 11 **24.01-01.60, 24.01-01.68, 24.01-01.301**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2016. 1, № 6 **24.01-01.471**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2017. 2, № 1 **24.01-01.472**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2019. 4, № 2 **24.01-01.473**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2019. 4, № 3 **24.01-01.474**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2019. 4, № 4 **24.01-01.475**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2021. 6, № 4 **24.01-01.476**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2022. 7, № 1 **24.01-01.477**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2022. 7, № 2 **24.01-01.478**
- Журнал естественнонаучных исследований. 2022. 7, № 3 **24.01-01.479**
- Журнал Сибирского Федерального университета. Математика и физика. 2023. 16, № 5 **24.01-01.67**
- Журнал технической физики. 2023. 93, № 9 **24.01-01.541**
- Журнал технической физики. 2023. 93, № 10 **24.01-01.71**
- Журнал технической физики. 2023. 93, № 12 **24.01-01.50, 24.01-01.542, 24.01-01.543, 24.01-01.544, 24.01-01.545, 24.01-01.546, 24.01-01.547, 24.01-01.548, 24.01-01.549, 24.01-01.550, 24.01-01.551, 24.01-01.552, 24.01-01.553, 24.01-01.554, 24.01-01.555, 24.01-01.556, 24.01-01.557, 24.01-01.558, 24.01-01.559, 24.01-01.560, 24.01-01.561, 24.01-01.562, 24.01-01.563, 24.01-01.564, 24.01-01.565**
- Журнал технической физики. 2024. 94, № 1 **24.01-01.53, 24.01-01.54, 24.01-01.87, 24.01-01.216**
- Записки научных семинаров ПОМИ. Математические вопросы теории распространения волн. 2023. 521 **24.01-01.26, 24.01-01.27, 24.01-01.28, 24.01-01.29, 24.01-01.59**
- Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2023. 26, № 5 **24.01-01.122**
- Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2023. 26, № 6 **24.01-01.217**
- Известия вузов. Радиофизика. 2023. 66, № 5-6 **24.01-01.36, 24.01-01.70, 24.01-01.72, 24.01-01.74, 24.01-01.83, 24.01-01.86**
- Известия вузов. Физика. 2023. 66, № 8 **24.01-01.525, 24.01-01.526**
- Известия вузов. Физика. 2023. 66, № 9 **24.01-01.77**
- Известия вузов. Физика. 2023. 66, № 11 **24.01-01.48**
- Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2023. 66, № 10 **24.01-01.279**
- Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2023. 119, № 2 **24.01-01.357, 24.01-01.358, 24.01-01.359, 24.01-01.360**
- Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2023. 119, № 3 **24.01-01.361, 24.01-01.362, 24.01-01.363, 24.01-01.364, 24.01-01.365, 24.01-01.366**
- Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2023. 119, № 4 **24.01-01.367, 24.01-01.368, 24.01-01.369, 24.01-01.370, 24.01-01.371, 24.01-01.372, 24.01-01.373, 24.01-01.374, 24.01-01.375, 24.01-01.376, 24.01-01.377**
- Известия НАН Беларуси. Серия физико-математических наук. 2023. 59, № 4 **24.01-01.576**
- Известия РАН. Серия физическая. 2023. 87, № 12 **24.01-01.281**
- Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2023. 59, № 6 **24.01-01.566**

- Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2023. 59, № 7
24.01-01.567
- Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2023, № 4(129) **24.01-01.521**
- Известия Томского политехнического университета. 2023. 334, № 11 **24.01-01.80, 24.01-01.100, 24.01-01.225, 24.01-01.282**
- Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023, № 7 **24.01-01.158, 24.01-01.76, 24.01-01.277, 24.01-01.523, 24.01-01.524**
- Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023, № 8 **24.01-01.234, 24.01-01.270**
- Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023, № 9 **24.01-01.271**
- Инженерно-физический журнал. 2023. 96, № 4
24.01-01.211, 24.01-01.212, 24.01-01.213, 24.01-01.215
- Инженерно-физический журнал. 2023. 96, № 5 **24.01-01.95**
- Инженерно-физический журнал. 2023. 96, № 6 **24.01-01.61, 24.01-01.64, 24.01-01.224**
- Инженерно-физический журнал. 2023. 96, № 7
24.01-01.529, 24.01-01.530
- Инженерный вестник Дона. 2024, № 1 **24.01-01.276**
- Информационные технологии и вычислительные системы. 2021, № 2 **24.01-01.308**
- Информационные технологии и вычислительные системы. 2022, № 1 **24.01-01.253**
- Информационные технологии и вычислительные системы. 2022, № 4 **24.01-01.309**
- Информационные технологии и вычислительные системы. 2023, № 3 **24.01-01.218**
- Каротажник. 2023, № 6 **24.01-01.275**
- Квантовая электроника. 2023. 53, № 5 **24.01-01.307**
- Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 10 **24.01-01.283, 24.01-01.284, 24.01-01.285**
- Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 11 **24.01-01.286**
- Контроль. Диагностика. 2023. 26, № 12 **24.01-01.287**
- Космические исследования. 2023. 61, № 1 **24.01-01.419, 24.01-01.420, 24.01-01.421, 24.01-01.422, 24.01-01.423, 24.01-01.424, 24.01-01.425, 24.01-01.426**
- Космические исследования. 2023. 61, № 2 **24.01-01.427, 24.01-01.428, 24.01-01.429, 24.01-01.430, 24.01-01.431, 24.01-01.432, 24.01-01.433, 24.01-01.434**
- Космические исследования. 2023. 61, № 3 **24.01-01.435, 24.01-01.436, 24.01-01.437, 24.01-01.438, 24.01-01.439, 24.01-01.440, 24.01-01.441, 24.01-01.442**
- Космические исследования. 2023. 61, № 4 **24.01-01.443, 24.01-01.444, 24.01-01.445, 24.01-01.446, 24.01-01.447, 24.01-01.448, 24.01-01.449, 24.01-01.450**
- Космические исследования. 2023. 61, № 5 **24.01-01.451, 24.01-01.452, 24.01-01.453, 24.01-01.454, 24.01-01.455, 24.01-01.456, 24.01-01.457, 24.01-01.458, 24.01-01.459**
- Космические исследования. 2023. 61, № 6 **24.01-01.460, 24.01-01.461, 24.01-01.462, 24.01-01.463, 24.01-01.464, 24.01-01.465, 24.01-01.466, 24.01-01.467, 24.01-01.468, 24.01-01.469, 24.01-01.470**
- Кратк. сообщ. по физ. ФИАН. 2024. 51, № 1 **24.01-01.527, 24.01-01.528**
- Мат. моделир. 2023. 35, № 12 **24.01-01.299**
- Математические заметки. 2023. 114, № 6 **24.01-01.12, 24.01-01.25**
- Мор. гидрофиз. ж. 2023. 39, № 6 **24.01-01.120**
- Морские интеллектуальные технологии. 2023, № 4-1
24.01-01.142
- Морские интеллектуальные технологии. 2023, № 4-2
24.01-01.33
- Морские интеллектуальные технологии. 2023, № 4-3
24.01-01.139, 24.01-01.209
- Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 2
24.01-01.310, 24.01-01.311, 24.01-01.312, 24.01-01.313, 24.01-01.314, 24.01-01.315, 24.01-01.316, 24.01-01.317, 24.01-01.318, 24.01-01.319, 24.01-01.320
- Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 3
24.01-01.321, 24.01-01.322, 24.01-01.323, 24.01-01.324, 24.01-01.325, 24.01-01.326, 24.01-01.327, 24.01-01.328, 24.01-01.329, 24.01-01.330, 24.01-01.331
- Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 4
24.01-01.332, 24.01-01.333, 24.01-01.334, 24.01-01.335, 24.01-01.336, 24.01-01.337, 24.01-01.338
- Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 5
24.01-01.233, 24.01-01.339, 24.01-01.340, 24.01-01.341, 24.01-01.342, 24.01-01.343, 24.01-01.344, 24.01-01.345
- Научные труды Института астрономии РАН. 2023. 8, № 6
24.01-01.346, 24.01-01.347, 24.01-01.348, 24.01-01.349, 24.01-01.350, 24.01-01.351, 24.01-01.352, 24.01-01.353, 24.01-01.354, 24.01-01.355, 24.01-01.356
- Оптический журнал. 2023. 90, № 12 **24.01-01.533**
- Оптический журнал. 2024. 91, № 1 **24.01-01.302, 24.01-01.534**
- Письма в Журнал технической физики. 2023. 49, № 24
24.01-01.89
- Письма в ЖЭТФ. 2023. 118, № 7 **24.01-01.304, 24.01-01.568**
- Письма в ЖЭТФ. 2023. 118, № 8 **24.01-01.88**
- Письма в ЖЭТФ. 2023. 118, № 12 **24.01-01.94**
- Приборы. 2023, № 10 **24.01-01.51**
- Приборы и методы измерений. 2023. 14, № 4 **24.01-01.91**
- Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2023, № 112 **24.01-01.531**
- Приборы и техника эксперимента. 2023, № 6 **24.01-01.288, 24.01-01.569**
- Прикл. мат. и мех. 2023. 87, № 6 **24.01-01.41, 24.01-01.62, 24.01-01.130, 24.01-01.536**
- Прикладная математика и вопросы управления. 2022, № 3
24.01-01.55
- Прикладная математика и вопросы управления. 2023, № 1
24.01-01.274
- Прикладная механика и техническая физика. 2023. 64, № 6
24.01-01.43, 24.01-01.73, 24.01-01.96
- Прикладная физика. 2023, № 5 **24.01-01.92**
- Прикладная физика и математика. 2023, № 12 **24.01-01.297**
- Природа. 2023, № 9 **24.01-01.10, 24.01-01.298**
- Природа. 2023, № 10 **24.01-01.522**
- Природа. 2023, № 11 **24.01-01.11**
- Сенсорные системы. 2023. 37, № 41 **24.01-01.254, 24.01-01.255, 24.01-01.256, 24.01-01.257, 24.01-01.258, 24.01-01.259, 24.01-01.260**
- Сибирский аэрокосмический журнал. 2023. 24, № 4
24.01-01.170, 24.01-01.294
- Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 1 **24.01-01.228, 24.01-01.229, 24.01-01.488, 24.01-01.489, 24.01-01.490, 24.01-01.491, 24.01-01.492, 24.01-01.493, 24.01-01.494**
- Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 2 **24.01-01.8, 24.01-01.495, 24.01-01.496, 24.01-01.497, 24.01-01.498, 24.01-01.499, 24.01-01.500, 24.01-01.501, 24.01-01.502, 24.01-01.503, 24.01-01.504, 24.01-01.505, 24.01-01.506, 24.01-01.507**
- Солнечно-земная физика. 2023. 9, № 3 **24.01-01.9, 24.01-01.210, 24.01-01.508, 24.01-01.509, 24.01-01.510, 24.01-01.511, 24.01-01.512, 24.01-01.513, 24.01-01.514, 24.01-01.515, 24.01-01.516, 24.01-01.517, 24.01-01.518, 24.01-01.519, 24.01-01.520**
- Строительные материалы. 2019, № 3 **24.01-01.249**
- Строительные материалы. 2020, № 6 **24.01-01.243**
- Строительные материалы. 2021, № 6 **24.01-01.244, 24.01-01.245, 24.01-01.246**
- Строительные материалы. 2022, № 6 **24.01-01.236, 24.01-01.247, 24.01-01.248**
- Строительные материалы. 2023, № 6 **24.01-01.272**
- Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2018, № 9-10 **24.01-01.237**
- Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2019, № 7-8 **24.01-01.238, 24.01-01.239**
- Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2020, № 5-6 **24.01-01.240**
- Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2020, № 9-10 **24.01-01.241**
- Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2020, № 11-12 **24.01-01.242**
- Теплофиз. и аэромех. 2023, № 5 **24.01-01.214**

- Тр. МФТИ. 2023. 15, № 2 **24.01-01.219**
 Труды МАИ. 2023, № 132 **24.01-01.23, 24.01-01.482**
 Труды МАИ. 2023, № 133 **24.01-01.24, 24.01-01.57,**
24.01-01.269, 24.01-01.483, 24.01-01.484, 24.01-01.485,
24.01-01.486, 24.01-01.487
 Успехи математических наук. 2023. 78, № 4 **24.01-01.7**
 УФН. 2023. 193, № 10 **24.01-01.20, 24.01-01.570**
 УФН. 2023. 193, № 11 **24.01-01.40, 24.01-01.305,**
24.01-01.306, 24.01-01.571
 УФН. 2023. 193, № 12 **24.01-01.21, 24.01-01.572**
 Ученые записки физического ф-та МГУ. 2023, № 5 **24.01-01.532**
 Физика твердого тела. 2024. 66, № 1 **24.01-01.280**
 Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2008. 1, № 2 **24.01-01.13**
 Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2009. 2, № 3 **24.01-01.127**
 Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2011. 4, № 4 **24.01-01.14, 24.01-01.69**
 Южно-Сибирский научный вестник. 2023, № 5 **24.01-01.268**
 Южно-Сибирский научный вестник. 2023, № 6 **24.01-01.97**

Конференции и сборники

- Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 55-летию Тихоокеанского государственного университета). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2013 **24.01-01.203, 24.01-01.266**
 Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 60-летию Тихоокеанского государственного университета). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2018 **24.01-01.267**
 Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023 **24.01-01.4, 24.01-01.5, 24.01-01.6, 24.01-01.37, 24.01-01.38, 24.01-01.44, 24.01-01.45, 24.01-01.46, 24.01-01.47, 24.01-01.65, 24.01-01.82, 24.01-01.84, 24.01-01.85, 24.01-01.101, 24.01-01.102, 24.01-01.103, 24.01-01.104, 24.01-01.105, 24.01-01.106, 24.01-01.107, 24.01-01.108, 24.01-01.109, 24.01-01.110, 24.01-01.111, 24.01-01.112, 24.01-01.113, 24.01-01.114, 24.01-01.115, 24.01-01.116, 24.01-01.117, 24.01-01.118, 24.01-01.123, 24.01-01.124, 24.01-01.125, 24.01-01.126, 24.01-01.128, 24.01-01.129, 24.01-01.132, 24.01-01.133, 24.01-01.134, 24.01-01.135, 24.01-01.136, 24.01-01.137, 24.01-01.138, 24.01-01.140, 24.01-01.141, 24.01-01.143, 24.01-01.144, 24.01-01.145, 24.01-01.146, 24.01-01.147, 24.01-01.148, 24.01-01.149, 24.01-01.150, 24.01-01.151, 24.01-01.152, 24.01-01.153, 24.01-01.154, 24.01-01.155, 24.01-01.156, 24.01-01.157, 24.01-01.158, 24.01-01.159, 24.01-01.160, 24.01-01.161, 24.01-01.162, 24.01-01.163, 24.01-01.164, 24.01-01.165, 24.01-01.166, 24.01-01.167, 24.01-01.168, 24.01-01.169, 24.01-01.178, 24.01-01.179, 24.01-01.180, 24.01-01.181, 24.01-01.182, 24.01-01.183, 24.01-01.184, 24.01-01.185, 24.01-01.186, 24.01-01.187, 24.01-01.188, 24.01-01.189, 24.01-01.190, 24.01-01.191, 24.01-01.192, 24.01-01.193, 24.01-01.194, 24.01-01.195, 24.01-01.196, 24.01-01.197, 24.01-01.198, 24.01-01.199, 24.01-01.200, 24.01-01.201, 24.01-01.204, 24.01-01.205, 24.01-01.206, 24.01-01.207, 24.01-01.208, 24.01-01.226, 24.01-01.227, 24.01-01.261, 24.01-01.262, 24.01-01.263, 24.01-01.295, 24.01-01.296**

Книги

- Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 55-летию Тихоокеанского государственного университета). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2013 **24.01-01.1К**
 Научное обеспечение технического и социального развития дальневосточного региона (Сборник научных статей к 60-летию Тихоокеанского государственного университета). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2018 **24.01-01.2К**
 Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики. Труды Всероссийской конференции (14–16 сент. 2022 г.) СПб. 2023 **24.01-01.3К**

СОДЕРЖАНИЕ

Библиография	24.01-01.1
Персоналии	24.01-01.4
Классические проблемы линейной акустики и теории волн	24.01-01.23
Нелинейная акустика	24.01-01.66
Физическая акустика	24.01-01.75
Акустика океана, гидроакустика	24.01-01.101
Атмосферная и аэроакустика	24.01-01.210
Акустика структурно неоднородных сред; Геологическая акустика	24.01-01.215
Акустическая экология; Шумы и вибрации	24.01-01.234
Акустика помещений; Музыкальная акустика	24.01-01.247
Обработка акустических сигналов; Компьютерное моделирование	24.01-01.250
Акустика живых систем; Биологическая акустика	24.01-01.251
Физические основы технической акустики	24.01-01.261
Акустика в инженерном деле	24.01-01.294
Физика	24.01-01.295
Астрономия	24.01-01.308
Авторский указатель Указатель источников	